

ZÜRCHER HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN
DEPARTEMENT LIFE SCIENCES UND FACILITY MANAGEMENT
INSTITUT FÜR UMWELT UND NATÜRLICHE RESSOURCEN

Potenzial der eigens für Pendularis® entwickelten LED-Pflanzenleuchte



Bachelorarbeit

von
Katja Lehmann

Bachelorstudiengang 2013

Abgabedatum: 26. Oktober 2017

Studienrichtung Umweltingenieurwesen

Fachkorrektoren:

Erich Stutz, ZHAW Life Sciences und Facility Management
Grüental, 8820 Wädenswil

Alex Mathis, ZHAW Life Sciences und Facility Management
Grüental, 8820 Wädenswil

Impressum

Schlagworte	Pendularis, Pendularissystem, PendularisLEDLeuchte, Innenbegrünungsbeleuchtung, PAR, MAR, Lux, Indoor Environment
Zitiervorschlag	Lehmann, K. (2017). <i>Potenzial der eigens für Pendularis® entwickelten LED-Pflanzenleuchte</i> , Bachelorarbeit, Wädenswil: Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (unveröffentlicht)
Institut	ZHAW, Institut Umwelt und Natürliche Ressourcen, Grüental, CH-8820 Wädenswil

Abstract

The LED lamp of the indoor environment system Pendularis® serves on one hand as an additional plant lighting, on the other hand it fulfills a purpose of orchestration in order to put Pendularis® in the right light. The potential of the PendularisLED lamp got compared with two LED production lamps by dint of measurements of the quality and quantity of light with regard to the vegetal use of light. Furthermore, the growth of green- and redleafed *Tradescantia* Cultivars was measured by all lamp systems during two four-week long series of experimentation under exclusion of stray light. The cultivation of the control arrangement was carried out by day light. Parameters of growth, such as the linear growth and ingredients of the leaves were evaluated statistically by the Kruskal-Wallis test. The level of significance was defined at 95%. The moist – and the dry substance was evaluated descriptively. The results show great differences by the spectral distributions, by the illuminance and by the PPFD-values between the LED lamps. The PendularisLED lamp shows an ideal spectral distribution for plant physiologies, but comparing to the two LED production lamps it shows a weaker illuminance (2'470 lx) and lower PPFD-values (37 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$). The parameters of growth of the PendularisLED lamp are by trend similar to the control arrangement, but the plants do not correspond to their natural phenotype after the two four-week series of experiments as the develop elongated internodes and bright leaf colors which is suggestive of lack of light. To increase the PPFD-values would help to support the natural plant morphology. As the growth of the plants was measured without influence of day light it is recommended to investigate in continuing series of experiments in order to determine the minimum day light sum for the PendularisLED lamp.

Zusammenfassung

Die LED-Leuchte des Innenbegrünungssystems Pendularis® dient einerseits als zusätzliche Pflanzenbeleuchtung, andererseits erfüllt sie einen Inszenierungszweck, um Pendularis® ins richtige Licht zu rücken. Mit Hilfe von Messungen der Lichtqualität und Lichtquantität wurde das Potenzial der PendularisLEDLeuchte, im Hinblick auf die pflanzliche Nutzung ermittelt und mit zwei LED-Produktionsleuchten verglichen. Zudem wurde das Wachstum von grün- und rotlaubigen *Tradescantia* Cultivars bei allen Leuchten, während zwei vierwöchigen Versuchsreihen unter Ausschluss von Streulicht ermittelt. Die Kultivierung der Kontrollreihe erfolgte unter Tageslichtbedingungen. Wachstumsparameter, wie das Längenwachstum und die Blatinhaltsstoffe wurden mit Hilfe des Kruskal-Wallis-Tests statistisch ausgewertet. Das Signifikanzniveau wurde auf 95 % festgelegt. Die Feucht- und Trockensubstanz wurde deskriptiv ausgewertet. Die Ergebnisse zeigen grosse Unterschiede bei den Spektralverteilungen, der Beleuchtungsstärke und den PPFD-Werten zwischen den LED-Leuchten, wobei die PendularisLEDLeuchte eine für die Pflanzenphysiologie optimal Spektralverteilung aufweist. Im Gegensatz zu den LED - Produktionsleuchten bringt sie jedoch eine geringe Beleuchtungsstärke (2'470 lx) und geringe PPFD-Werte (37 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) auf. Die Wachstumsparameter der PendularisLEDLeuchte sind tendenziell ähnlich wie die der Kontrollreihe. Jedoch entsprechen die Pflanzen nach den beiden vierwöchigen Versuchsreihen nicht ihrem natürlichen Phänotyp. Längliche Internodien und helle Blattfarben lassen auf einen Lichtmangel schliessen. Trotzdem können sie aufgrund der Blatinhaltsstoffe als gesund eingestuft werden. Eine Erhöhung der PPFD-Werte würde der natürlichen Pflanzenmorphologie entgegen kommen. Da das Wachstum ohne den Einfluss von natürlichem Licht erhoben wurde, sollte mit Hilfe von weiteren Versuchsreihen eine minimale Tageslichtsumme für die PendularisLEDLeuchte ermittelt werden.

Inhaltsverzeichnis

Abstract	4
Zusammenfassung	5
Abkürzungsverzeichnis	8
1 Einleitung	10
2 Theorie	12
2.1 Beleuchtungsanforderungen in der Innenraumbegrünung	12
2.2 Pflanzliche Nutzung elektromagnetischer Strahlung	16
2.2.1 Morphologisch aktive Strahlung (engl. Morphologic Active Radiation, MAR).....	17
2.2.2 Photosynthetisch aktive Strahlung (engl. Photosynthetic Active Radiation, PAR)	18
2.3 Blattinhaltsstoffe	19
2.3.1 Chlorophylle.....	19
2.3.2 Flavonoide	20
2.3.3 Anthocyane.....	20
2.3.4 Nitrogen Balance Index (NBI)	20
2.4 Pendularis Systembeschreibung.....	21
2.5 Tradescantia Cultivars – Dreimasterblume	22
3 Material und Methode	23
3.1 Versuchsmaterial LED-Leuchten	23
3.2 Versuchsmaterial Pflanzen	24
3.3 Versuchsaufbau und Standort.....	25
3.4 Versuchsablauf	27
3.5 Analysemethoden	28
3.5.1 Messparameter LED-Leuchten	28
3.5.2 Messparameter Pflanzen und Klimadaten.....	29
3.5.3 Auswertungen.....	29
4 Ergebnisse.....	31
4.1 Messparameter LED-Leuchten	31
4.1.1 Spektralverteilung – DHLicht.....	31
4.1.2 Spektralverteilung – Pendularis	33
4.1.3 Spektralverteilung – SANlight	34

4.1.4	Beleuchtungsstärke	35
4.1.5	PAR	35
4.2	Messparameter Pflanzen	36
4.2.1	Versuchsreihe 1 – Längenwachstum	38
4.2.2	Versuchsreihe 1 – Blatthaltsstoffe	42
4.2.3	Versuchsreihe 1 - Frisch- und Trockensubstanz	47
4.2.4	Versuchsreihe 2 – Längenwachstum	49
4.2.5	Versuchsreihe 2 – Blatthaltsstoffe	54
4.2.6	Versuchsreihe 2 – Frisch- und Trockensubstanz	59
5	Diskussion	61
5.1	Messparameter LED-Leuchten	62
5.1.1	Spektralverteilung	62
5.1.2	Beleuchtungsstärke	64
5.1.3	PAR	64
5.1.4	Messparameter Pflanzen	65
5.1.5	Versuchsreihe 1 – Längenwachstum	65
5.1.6	Versuchsreihe 1 – Blatthaltsstoffe	66
5.1.7	Versuchsreihe 1 – Frisch- und Trockensubstanz	67
5.1.8	Versuchsreihe 2 – Längenwachstum	67
5.1.9	Versuchsreihe 2 – Blatthaltsstoffe	68
5.1.10	Versuchsreihe 2 – Frisch- und Trockensubstanz	69
6	Fazit und Ausblick	70
7	Literaturverzeichnis	71
	Abbildungsverzeichnis	76
	Tabellenverzeichnis	77
	Diagrammverzeichnis	78
	Anhang	80

Abkürzungsverzeichnis

CRI	engl. colour rendering index, dt. Farbwiedergabe-Index
LED	engl. light-emitting diode, dt. lichtemittierende Diode
FS	Feuchtsubstanz
KR	Kontrollreihe
NBI	Nitrogen Balance Index
MAR	engl. morphologic active radiation, dt. Morphologisch aktive Strahlung
nm	Nanometer
PAR	engl. photosynthetic active radiation, dt. Photosynthetisch aktive Strahlung
PPF	engl. photosynthetic photon flux, dt. Photosynthetischer Photonenfluss
PPFD	engl. photosynthetic photon flux density, dt. Photosynthetische Photonenflussdichte
rH	relative Luftfeuchtigkeit
TS	Trockensubstanz
VR	Versuchsreihe

1 Einleitung

Das Innenbegrünungssystem Pendularis®, entwickelt vom Institut für Umwelt und natürliche Ressourcen der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, hat sich mittlerweile seit der Einführung im Jahr 2014 im Markt etabliert. Kurz darauf wurde eine Pflanzensystem unterstützende LED-Leuchte entwickelt. Sie dient in erster Linie als zusätzliche Pflanzenbeleuchtung bei unzureichenden Lichtverhältnissen. Zudem unterstützt sie eine optimale Inszenierung des Systems. Nun soll das Potenzial der Leuchte im Hinblick auf ihre pflanzenverfügbare Leistung geklärt werden. Pendularis® wird nachfolgend Pendularis genannt.

Gemäss der Forschungsgesellschaft für Landschaftsentwicklung und Landschaftsbau (2011) sind Gasentladungslampen wie Hochdruck- und Niederdruckentladungslampen nach wie vor führende Belichtungsvarianten, nicht nur in der Pflanzenproduktion, sondern auch im Innenbegrünungsbereich. Von LEDs zur Assimilationsbelichtung rät sie indes ab, verweist aber auf ihre Vorteile im Bereich der Akzentbeleuchtung. Nach Egea et. al (2014) ist es üblich, in Gebäuden eine ergänzende Belichtung für Pflanzen durch Metallhalogen- und Fluoreszenzlampen zu errichten. Als Grund wird einerseits die weite Verbreitung auf dem Markt und andererseits die gleichzeitige Nutzung als Beleuchtung von Arbeitsbereichen genannt. Jedoch schreitet die Entwicklung von LEDs auch für die pflanzliche Nutzung immer weiter voran. Zu den grossen Vorteilen gegenüber Gasentladungslampen zählen einerseits die geringen Hitzeemissionen aufgrund des niedrigen Energieverbrauchs und andererseits die Möglichkeit der bedarfsgerechteren Einstellung der Spektralverteilungen. LED-Leuchten kommen deshalb nicht mehr nur im gewerblichen Pflanzenproduktionsbereich, sondern auch im Innenbegrünungsbereich zum Einsatz (Chun, Nyuk, Puay, Mirza, & Ling, 2017). Der Unterschied besteht in den Anforderungen, die hier nicht nur von Seiten der Pflanze, sondern auch von Raumnutzenden gestellt werden. Eine Innenbegrünungsleuchte sollte nicht nur die für Pflanzen richtige Spektralverteilung aufweisen. Sie sollte auch eine für den Betrachtenden optimale Lichtfarbe und Intensität haben (Al Horr, et al., 2016). Um zu überprüfen, ob eine Beleuchtung den Bedürfnissen von Mensch und Pflanze gerecht wird, braucht es unterschiedliche Messgrössen. Mittels der Beleuchtungsstärke Lux wird das menschliche Helligkeitsempfinden klassifiziert. Das von Pflanzen nutzbare Licht wird hingegen durch die Photosynthetisch aktive Strahlung (Abk. engl. PAR) definiert, welche in den Einheiten des Photosynthetischen Photonenflusses (Abk. engl. PPF) oder der Photosynthetischen Photonenstromdichte (Abk. engl. PPFD) angegeben wird. Belichtungssysteme für Innenbegrünungsanlagen müssen beidem gerecht werden. Sie sollten zudem das Wachstum der Pflanzen weder beeinträchtigen noch zu stark forcieren, da sonst die Pflegeintervalle der Anlagen zu stark beansprucht werden (FLL, 2011).

In einem theoretischen Teil werden zuerst die grundlegenden Zusammenhänge von natürlichem Licht und dessen Nutzung durch die Pflanzen dargelegt und die wichtigsten Messgrössen vorgestellt. Weiter werden die Beleuchtungsanforderungen von Kunstlicht für Innenraumbegrünungen erläutert.

Das Hauptziel der Arbeit liegt bei der Potenzialermittlung der PendularisLEDLeuchte im Hinblick auf ihre Lichtqualität und Lichtquantität. In einem praktischen Versuch wird zudem der Einfluss auf das Wachstum von grün- und rotlaubigen *Tradescantia* Cultivars eruiert. Zu Vergleichszwecken werden zwei weitere LED-Leuchten und eine Kontrollreihe unter Tageslichtbedingungen in den Versuchsaufbau mit einbezogen. Es sollen die folgenden Forschungsfragen geklärt werden:

1. Welche Anforderungen stellen Innenraumbegrünungen an eine Beleuchtung?
2. Wie unterscheiden sich die Spektralverteilung, die Beleuchtungsstärke und die PAR der PendularisLEDLeuchte von den Referenzleuchten?
3. Wie wirken sich die drei LED-Leuchten und die Kontrollreihe unter Tageslichtbedingungen in Bezug auf das Wachstum und die Blatinhaltsstoffe von grün- und rotlaubigen *Tradescantia* Cultivars aus?

2 Theorie

2.1 Beleuchtungsanforderungen in der Innenraumbegrünung

Die Gestaltung von Innenräumen, im Spezifischen von Bürogebäuden, hat einen wesentlichen Einfluss auf die Umgebungszufriedenheit, die Gesundheit, die Arbeitsleistung und die Arbeitszufriedenheit von Gebäudenutzenden. Zu den entscheidenden Aspekten gehören das Raumklima, die Luftqualität, die Beleuchtung, die Aussicht, der Lärmeinfluss und die Ästhetik (Jansen, et al., 2015). Mehrere Studien zeigen, dass Pflanzen einen positiven Einfluss auf die genannten Aspekte haben. Sie übernehmen einen raumbildenden Charakter, tragen zur Aufenthaltsqualität und Verbesserung der Luftqualität bei und mindern den Geräuschpegel. Dies wiederum hat einen positiven Effekt auf das menschliche Befinden. Eine Innenraumbegrünung kann demnach beispielsweise Müdigkeit, Kopfschmerzen, Konzentrationsstörungen, Erkältungen, Allergien und rheumatische Beschwerden entgegenwirken. Zusätzlich üben sie einen beruhigenden und stressmindernden Einfluss aus (Grinde & Grindal Patil, 2009), (Al Horr, et al., 2016). Damit Pflanzen einer Innenraumbegrünung diese positiven Effekte erzielen können, sind sie auf optimale Standortfaktoren angewiesen. Neben einem geeigneten Substrat, der Versorgung mit Wasser und Nährstoffen und optimalen Temperaturen gehören auch standortangepasste Belichtungssysteme dazu. Im Gegensatz zu den Assimilationsleuchten der Pflanzenproduktion müssen diese Beleuchtungssysteme zum einen dem Pflanzenwachstum dienen und zum anderen ein angenehmes Arbeits- beziehungsweise Raumlicht erzeugen (Volm, 2017).

Die Messgrösse zur Ermittlung des Raumlichtes respektive der Beleuchtungsqualität ist die Beleuchtungsstärke (E), welche in der Einheit Lux (lx) angegeben wird und den Lichtstrom beziehungsweise die Lumen (lm) einer Lichtquelle misst, $1 \text{ lx} = \text{lm}/\text{m}^2$. Die Beleuchtungsstärke wird mit Luxmetern ermittelt, kann jedoch nur näherungsweise beschrieben werden, da die Helligkeit eines Raumes immer von den Reflexionseigenschaften der Raumflächen abhängig ist (Pedrotti, Pedrotti, Bausch, & Schmidt, 2008). Daher geben Normen in der Regel die mittlere Beleuchtungsstärke an, welche die Ungleichmässigkeiten rechnerisch berücksichtigen (Waldorf, o.J.). Die Mindestanforderungen und Intensitäten der Beleuchtungsstärken hängen ausserdem von der Raumnutzung ab. Diese variiert je nach Nutzungsfeld in Innenräumen zwischen 50 – 1000 lx. Das ist vergleichsweise wenig zu einem hellen Sommertag von 112'000 lx oder einem hellen Wintertag von 67'000 lx (Dinter, 2017). Luxstärken sind essentiell für das optimale Ausleuchten eines Raumes, beziehen sich jedoch nur auf das Helligkeitsempfinden des menschlichen Auges. Um eine nutzungsorientierte Beleuchtung zu garantieren, stehen internationale Planungsgrössen zur Verfügung. In der DIN EN 12464 sind die Mindestwerte für Beleuchtungsanlagen zusammengefasst, welche neben Beleuchtungsstärken in Abhängigkeit von produktionsbezogenen Ansprüchen auch den Farbwiedergabe-Index R_a (engl. Colour Rendering Index, CRI) empfiehlt (BAuA, 2014). Der CRI gibt Auskunft über die Qualität der wiedergegebenen Farben unter einer

bestimmten Lichtquelle in Beziehung zwischen dem Farbreiz und dem Farbeindruck. Je höher der CRI ist, umso farbechter können die Farben von Gegenständen im Raum wahrgenommen werden. Der Maximalwert liegt bei 100 und orientiert sich an einem hellen Sommertag (Marx, 2011). Vollständigkeitshalber muss hier noch die Farbtemperatur erwähnt werden. Sie gibt den Farbeindruck einer Lichtquelle wieder und wird in Kelvin (K) angegeben. Das heisst, dass die vermittelte Stimmung einer Beleuchtung über die Kelvinzahl definiert wird (Harten, 2009). LED-Leuchten erreichen Farbtemperaturen von 2'700 bis 8'000 K, wobei eine grobe Einteilung diese Spannweite in Warmweiss (2'700 – 3'250 K), Neutralweiss (3'250 – 5'250 K) und Tageslichtweiss (5'250 – 8'000 K) unterteilt (Abbildung 1). Auch Farbtemperaturen von bis zu 10'000 K sind möglich. Das entspricht jedoch einer Farbtemperatur von kühlem Sonnenlicht und kann in Innenräumen als störend empfunden werden. Eine Kerze hat hingegen eine Farbtemperatur von 1'500 K (Holfeld, 2013). Eine kurze Übersicht zu der Beleuchtungsstärke, dem CRI und der Farbtemperatur befindet sich in der Tabelle 1.

Tabelle 1: Übersicht Lux, CRI und Kelvin

Mindestwerte für Beleuchtungsstärken in Lux inkl. R_a , in Abhängigkeit der Raumnutzung von Innenräumen (BAuA, 2014) inkl. Vergleichswerte von Luxstärken an Sommer- und Wintertagen (Dinter, 2017) und der Farbtemperatur in Kelvin (K) (Holfeld, 2013)

Arbeitsräume, Arbeitsplätze, Tätigkeiten	Mindestwert für Beleuchtungsstärke in Lux (lx)	Mindestwert für Farbwiedergabe- Index R_a , CRI	Farbtemperatur in Kelvin (K)
Flure	50 - 100		
Eingangshallen	200		
Archive	200		2'700 – 3'000
Computerübungsräume	300		
Schreiben, Lesen, Datenverarbeitung	500	80	
Konferenzräume, Hörsäle, Unterrichtsräume	500		3'000 – 5'400
Laboratorien, Messplätze	500		
Technisches Zeichnen (Handzeichnen)	750	90	
Feine Arbeiten, Kontrollen, Farbprüfungen	1000	90	6'500 – 8'000
heller Sommertag	112'000	100	5'100 – 5'400
bedeckter Sommertag	20'000	-	5'900 – 6'400
heller Wintertag	67'000	-	9'900 – 11'500
bedeckter Wintertag	3'500	-	-
Natürliches Licht	-	-	5'000 – 12'000



Abbildung 1: LED-Farbtemperaturen in Kelvin (K), Bilder verändert (Mission, 2017) (ledmarkt24, o.J.)

Wie vorgängig schon erwähnt, ist die Beleuchtungsstärke in Lux zur Beurteilung von Raumbeleuchtungen sehr geeignet. Trotzdem darf nicht vergessen werden, dass sie lediglich als Messwert des menschlichen Helligkeitsempfindens dient und auch nur in diesem Kontext genutzt werden sollte. Dennoch kommt es vor, dass minimale Luxwerte für Pflanzen empfohlen werden. So empfiehlt Bürki & Fuchs (2004) zum Beispiel für *Tradescantia*-Arten an mässig warmen und kühlen Standorten einen minimalen Luxwert von 700 – 1000.

Um den pflanzlichen Nutzen einer Beleuchtung beurteilen zu können, muss jedoch die PAR heran gezogen werden. Eine geeignete Messgrösse zur Ermittlung der PAR ist die PPFD, welche in $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ angegeben wird (Fluence Bioengineering, Inc., 2017a), (Chun, Nyuk, Puay, Mirza, & Ling, 2017). Eine genaue Erklärung bezüglich Zusammenhang zwischen PAR und PPFD ist im Kapitel 2.2.2 beschrieben. Die Firma STEP Systems GmbH (2008) empfiehlt zum Beispiel einen PAR-Richtwert für Zimmerpflanzen von 30 und 200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$. Dinter (2017) nennt einen erforderlichen Mindestwert von 30 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ während einer künstlichen Tagesdauer von 16 Stunden. Fluence Bioengineering (2017b) definiert hingegen die folgenden PPFD-Richtwerte, unterteilt in verschiedene Wachstumsphasen (Tabelle 2). Demnach braucht die vegetative Phase geringere PPFD-Werte als die generative Phase. Hier muss jedoch beachtet werden, dass es sich um Nutzpflanzen und nicht um Innenbegrünungspflanzen handelt.

Tabelle 2: PPFD-Richtwerte (Fluence Bioengineering, Inc., 2017b).
Unterteilt in verschiedene Wachstumsphasen, Angaben in $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$

	Jungpflanzenzucht	Vegetatives Wachstum	Generatives Wachstum
Cannabis	100 – 300	300 – 600	600 +
Tomaten	150 – 350	300 – 600	600 +
Gurken	100 – 300	300 – 600	600 +
Pfeffer	150 – 350	300 – 600	600 +

Die Unterschiede der PPFD-Richtwerte zwischen Nutzpflanzen und Innenbegrünungspflanzen ergeben sich aus den konträren Zielen der beiden Bereiche. Nutzpflanzen werden mit dem Ziel einer üppigen Ernte kultiviert, welche unter anderem mit einem hohen PPFD-Wert erreicht wird (Johkan, Shoji, Goto, Hahida, & Yoshihara, 2012). Innenbegrünungspflanzen respektive -systeme hingegen sollen einem definiertem Begrünungsziel entsprechen, ohne jedoch das Intervall der Unterhaltspflege unnötig auszureizen (FLL, 2011).

Um die Beleuchtungsanforderung einer Begrünung zu ermitteln, muss die vorhandene Tageslichtsumme an dem jeweiligen Standort errechnet werden. Sie ist abhängig von der geografischen Lage, dem Gebäudeaufbau, der Innenraumgestaltung und somit dem tatsächlichen Tageslichtverhältnis. Die Belichtungsdauer hingegen wird beeinflusst von Pflanzenart oder sogar -sorte, der Wasser- und Nährstoffversorgung und der Raumtemperatur. Danach kann dann die benötigte Zusatzbelichtung angepasst werden (Dinter, 2017).

Für die praktische Anwendung in Bezug auf Innenbegrünungen stehen im deutschsprachigen Raum einige wenige Planungsgrundlagen, Normen und Richtlinien zur Verfügung. Eine führende Richtlinie ist die der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau (2011) zur Planung, Ausführung und Pflege von Innenraumbegrünungen. Die Richtlinie wird seit 2015 überarbeitet, eine Neufassung soll dieses Jahr (2017) erscheinen (FBB, o.J.). Zu wichtigen Ansprechpartnern gehören auch Fachverbände, welche unter anderem Broschüren veröffentlichen. So zum Beispiel die Infobroschüre „Grüne Lebensräume“ des deutschen Fachverbands Raumbegrünung und Hydrokultur (Fachverband Raumbegrünung und Hydrokultur, o.J.) oder die Broschüre „Innenraumbegrünung – Lust auf Grün“, die im Auftrag des Bundesverbandes Garten- Landschafts- und Sportplatzbau erstellt wurde (Volm, 2017). In der Schweiz agieren Fachverbände in Bezug auf die Innenraumbegrünung oftmals unter dem Aspekt der Gebäudebegrünung wie die Schweizerische Fachvereinigung Gebäudebegrünung, welche die Broschüre „Gebäudebegrünung Dach – Fassade – Innenraum“ heraus gebracht hat (SFG, o.J.). Keine der genannten Fachverbände gibt jedoch Auskunft über die Nutzung von LEDs im Innenbegrünungsbereich. Die FLL (2011) rät sogar von der LED Nutzung zur Pflanzenbelichtung für Innenraumbegrünungen ab und verweist auf Niederdruck- und Hochdruckentladungslampen, welche im Bereich des pflanzenwirksamen Spektralbereichs und in der Lumenausbeute überlegen seien. LEDs werden nur im Bereich des Akzentlichtes als höchster Stand der Technik aufgeführt. Die Entwicklung von LEDs für ist jedoch seit den neunziger Jahren stark voran geschritten. LED basierte Beleuchtungssysteme sind die einzige Lichtquellen, bei denen die Spektralverteilung gesteuert werden kann, so dass die Belichtung den Bedürfnissen der Pflanzen je nach vegetativer oder generativer Phase angepasst werden kann. Dies wiederum ermöglicht es, die gewünschte Pflanzenmorphologie und Photoperiode zu steuern. Daneben verbrauchen sie weniger Energie und erzeugen weniger Wärme. Der effektive Energieverbrauch kann direkter genutzt werden und überschüssige Energie wird nicht in Wärme umgewandelt, was eine hohe Energieeffizienz ermöglicht. Dadurch haben

LEDs neue Perspektiven, besonders in Bezug auf pflanzliche Kultivierung, eröffnet. Ihr Einsatzgebiet reicht von der Agrarkultur über die Innenraumbegrünung, die Invitro- oder Gewebekultur in Labors bis hin zur Agrarkultur in der Raumfahrt. Sie können als reine Assimilationsbelichtung oder auch lediglich als Zusatzbelichtung bei einer unzureichenden Tageslichtsumme dienen (Yeh & Chung, 2009).

2.2 Pflanzliche Nutzung elektromagnetischer Strahlung

Eine erste Übersicht zur pflanzlichen Nutzung von elektromagnetischen Strahlung gibt die . Aufgeführt sind das sichtbare Licht und die angrenzenden Spektren der unsichtbaren UV - Strahlung (UVA, UVB und UVC), sowie die der unsichtbaren Wärmestrahlung (nahes IR und IR) (Yeh & Chung, 2009). Desweiteren wird die pflanzliche Nutzung von elektromagnetischer Strahlung in die Morphologisch aktive Strahlung und in die Photosynthetisch aktive Strahlung unterteilt (FLL, 2011).

Tabelle 3: pflanzliche Nutzung elektromagnetischer Strahlung

	Elektromag. Spektrum	Wellenlängen nm	Einfluss auf Pflanzen
	UVC	200 – 280 nm	für Pflanzen schädlich, wird von Ozonschicht blockiert und erreicht die Erdoberfläche nicht
	UVB	280 – 315 nm	gering schädlich, Pflanzenfarben verblassen
	UVA	315 – 380 nm	weder positiven noch negativen Effekt auf das Pflanzenwachstum
	Sichtbares Licht	380 – 400 nm	leichte Absorption durch Pflanzenpigmente (Chlorophyll a & b und Carotin)
		400 – 520 nm	max. Absorption von Chlorophyll = starker Einfluss auf veg. Wachstum und Photosynthese
		520 – 610 nm	geringer Einfluss auf veg. Wachstum und Photosynthese
		610 – 720 nm	starker Einfluss auf veg. Wachstum, Photosynthese und Blütenbildung, leichte Absorption durch Pflanzenpigmente (Chlorophyll a & b)
	Nahes IR	720 – 2'800 nm	Einfluss auf Keimung und Blüte, Streckungswachstum
	IR	> 2'800 nm	reine Hitzeumwandlung

2.2.1 Morphologisch aktive Strahlung (engl. *Morphologic Active Radiation, MAR*)

Die morphologisch aktive Strahlung, auch pflanzenwirksame Strahlung genannt, bewegt sich im Bereich der optischen Strahlung bei einem Wellenlängenbereich von 280 nm bis 2800 nm (FLL, 2011). Innerhalb dieses Bereichs interagieren Pflanzen mit elektromagnetischer Strahlung auf sehr vielfältige Art und Weise. Da sich der MAR-Bereich auch weit ausserhalb des sichtbaren Bereichs bewegt, kann hier nicht von Licht, sondern muss von Strahlung gesprochen werden. In Abhängigkeit von der Intensität dieser Strahlung reagieren Pflanzen mit physikalischen Prozessen wie Photomorphogenese, Phototropismus und Photoperiodismus.

Die Photomorphogenese beschreibt die Abhängigkeit von Wachstum, Entwicklung und Verhalten der Pflanzen von der täglichen Belichtungsdauer, mit anderen Worten, das Erscheinungsbild einer Pflanze aufgrund ihres Geno- und Phänotyps (Lüttge, Kluge, & Thiel, 2010). Ausgelöst werden die photomorphogenetischen Reaktionen durch spezifische Photorezeptoren. Die Erkennung von hellrotem und dunkelrotem Licht (HR und DR) erfolgt über Phytochrome, diejenige von blauem Licht über Cryptochrome, Phototropin und UVR8 (Ultraviolet-Resistance-8) und UV-B (280 – 315 nm) (Heldt & Piechulla, 2015). Das Phytochrom liegt als Hellrotform mit einem Absorptionsmaximum von 665 nm und einer Dunkelrotform mit einem Absorptionsmaximum von 735 nm vor. Die Rezeptorpigmente überführen das wahrgenommene Licht in eine physiologisch aktive Form, welche Zellfunktionen und genetische Informationen soweit beeinflussen können, dass eine spezifische Photomorphose entsteht (Spektrum, 1999a).

Pflanzen, welche im Dunkeln kultiviert werden, weisen vergrösserte und bleiche Blätter auf. Internodien und Blattstiele sind stark verlängert, das Festigungsgewebe und die Leitbündel der Sprosse sind schwach entwickelt. Schon kurze Lichteinwirkung kann jedoch zur Ausbildung der natürlichen Pflanzengestalt führen. Photomorphosen liegen demnach einem reversiblen System zugrunde, welches durch Absorption von hellrotem Licht aktiv und durch Absorption von dunkelrotem Licht inaktiv wird. Auch die Samenkeimung wird massgeblich davon beeinflusst. Bei Dunkelkeimern (DK) wird die Keimung durch Licht gehemmt, bei Lichtkeimern (LK) wiederum wird die Keimung erst durch das Photochrom aktiviert und gesteuert. Anhand von Belichtungsversuchen mit dem Kopfsalat (*Lactuca sativa*) (LK) konnte die HR-DR-Reversibilität der Keimung über viele Belichtungsfolgen verfolgt werden. Die Keimungsrate ist nach HR immer hoch und nach DR niedrig. Jede Pflanze weist ein charakteristisches Photogleichgewicht auf, welches die Reaktionen der Pflanze beschreibt. Typisch sind Schattenvermeidungsreaktionen, die zum Beispiel von einem dichten Blätterdach hervorgerufen werden. Das Verhältnis von HR zu DR ist so niedrig, dass sich das Photogleichgewicht zu hohen Werten hin verschiebt. Als Reaktion darauf wachsen Pflanzen in die Länge, um der Übersattung auszuweichen (Lüttge, Kluge, & Thiel, 2010).

Solche reizbedingten Bewegungen von Organen oder Zellen werden als Tropismen bezeichnet, worunter auch der Phototropismus fällt (Sonnewald, 2014). Hierbei ermöglichen Phototropine das

Öffnen der Stomata und die Bewegung der Chloroplasten (Lüttge, Kluge, & Thiel, 2010). Die hierbei vom Licht ausgelöste Krümmungsbewegung wird durch den Wachstumsstoff Auxin ausgelöst. Auxine werden in den Vegetationspunkten gebildet und von dort aus in alle Zellen der Sprossachse gleichmässig verteilt. Bei einer einseitigen Belichtung kommt es zur Verlagerung der Auxine von der Licht- zur Schattenseite, wodurch sich die Auxinkonzentration auf der unbelichteten Seite erhöht. Dadurch wächst die unbelichtete Seite stärker als die belichtete, sodass es zu Krümmungsbewegungen in Richtung Licht kommt (Seipel, 2003).

Die Abhängigkeit des vegetativen und generativen Wachstums von der Tageslänge wird unter dem Begriff des Photoperiodismus zusammengefasst. Das Über- respektive Unterschreiten der kritischen Tageslänge einer Pflanze ist dabei entscheidend für das vegetative oder generative Wachstum. Anhand dessen lassen sich Pflanzen in die Gruppen der Kurztag-, Langtag-, Kurz-Langtag-, Lang-Kurztag oder Tagneutrale Pflanzen einteilen (Seipel, 2003, S. 58). Die Steuerung dazu erfolgt über das Photochrom, Blaulichtrezeptoren und der circadianen Rhythmik, einer Art physiologischer Uhr. Tropische Pflanzen sind oftmals Tagneutral (Spektrum, 1999b).

2.2.2 Photosynthetisch aktive Strahlung (engl. Photosynthetic Active Radiation, PAR)

Pflanzen absorbieren die Strahlungsenergie der Sonne in einem Wellenlängenbereich von 380 nm bis 780 nm und nutzen sie für verschiedene biochemische Prozesse, insbesondere für die Photosynthese. Der Wellenlängenbereich von 400 – 700 nm wird im allgemeinen als photosynthetisch aktive Strahlung kurz PAR (photosynthetic Active Radiation) bezeichnet (Fistic, 2004) und ist somit ein Teil der MAR. Die Intensität der PAR kann mit Hilfe von PAR-Sonden gemessen werden. Wellenlängen unter 400 nm und über 700 nm werden von den meisten Sonden jedoch nicht mit einbezogen. Die PAR ist jedoch keine Messgrösse. Sie wird entweder als Photosynthetischer Photonenfluss (PPF) in $\mu\text{mol/s}$ oder als Photosynthetische Photonenstromdichte (PPFD) in $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ angegeben. Der PPF verrät, wie viel Photonen pro Sekunde von der Lichtquelle erzeugt werden, jedoch nicht, wie viele effektiv auf einer Pflanzenoberfläche auftreffen. Dafür ist der PPFD zuständig. Er drückt aus, wie viele Photonen auf einer Oberfläche pro Sekunde auftreffen (Fluence Bioengineering, Inc., 2017a).

2.3 Blattinhaltsstoffe

Blattinhaltsstoffe wie Chlorophyll, Flavonoid und Anthocyan dienen als Indikatoren zur Ermittlung des Entwicklungszustands einer Pflanze. Hierfür werden der Chlorophyllgehalt im Mesophyll, der Flavonol- und Anthocyangehalt hingegen in der Epidermis eines Blattes gemessen. Die Messergebnisse werden in $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ angegeben. Zusätzlich können damit Aussagen zur Nährstoffversorgung gemacht werden (ForceA, 2013).

2.3.1 Chlorophylle

Mit Hilfe des lichtabsorbierenden grünen Pflanzenfarbstoffs Chlorophyll können fotosynthetisch aktive Organismen Lichtenergie in chemische Energie umwandeln. Die bei Pflanzen entstehende Energie in Form von ATP (Adenosintriphosphat) und NADPH (Nicotinsäureamid-Adenin-Dinukleotid-Phosphat) sind unabdingbar für deren Stoffwechselrate. Der sekundäre Pflanzenstoff Chlorophyll setzt sich aus den beiden Komponenten Chlorophyll a und Chlorophyll b zusammen. Ersteres wird im blauen Spektralbereich gebildet und weist Absorptionsmaxima von 430 nm und 662 nm auf (Abbildung 2). Letzteres wird im roten Spektralbereich gebildet und weist Absorptionsmaxima von 454 nm und 643 nm auf. Wegen dieser Zusammensetzung erscheinen pflanzliche Blätter grün, da ausschliesslich das Licht im blauen und roten Spektralbereich absorbiert wird. Das dazwischen liegende grüne Licht wird gestreut (Lüttge, Kluge, & Thiel, 2010). Dank der Fluoreszenzeigenschaft des Chlorophylls, welche unter anderem als Nebenprodukt der Fotosyntheseleistung entsteht, kann die Fotosyntheseaktivität zerstörungsfrei gemessen werden. (Lüttge, Kluge, & Thiel, 2010).

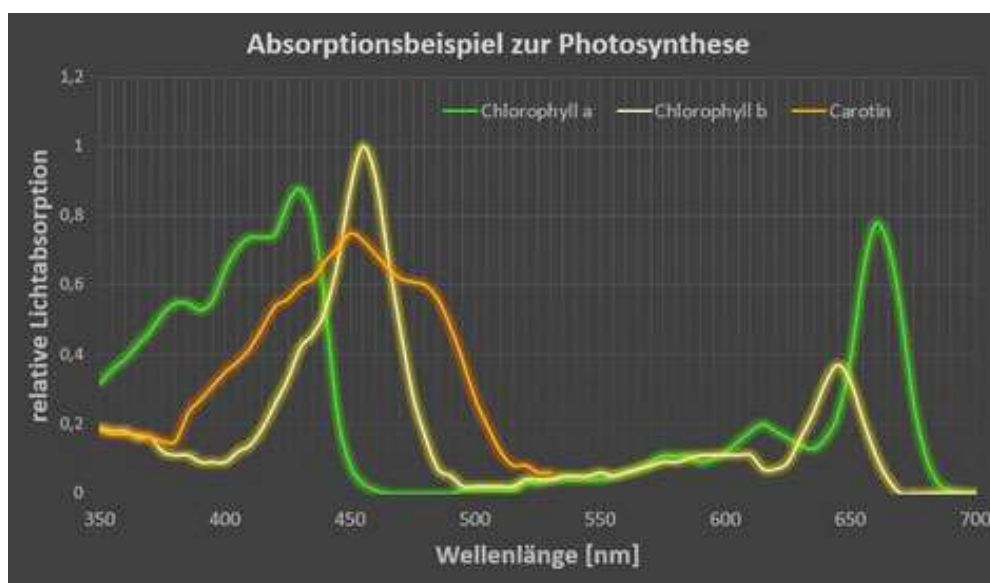


Abbildung 2: Absorptionsbereiche von Chlorophyll a, Chlorophyll b und Carotin (Sommer Technologie GmbH, o.J.)

2.3.2 Flavonoide

Die umfangreiche Gruppe der Flavonoide gehört zu den sekundären Pflanzenstoffen, in denen mehr als 6000 chemische Verbindungen vorkommen (Fleschhut, 2004). Flavonoide kommen in beinahe allen höheren Pflanzen vor. Als Farbstoff in Form von Pigmenten geben sie Früchten, Gemüse und Blumen ihre spezifische Färbung. Ausserdem erfüllen sie eine schützende Funktion gegen UV-Strahlung und dienen in Form von Bitterstoffen als Abwehr gegen Parasiten und Krankheitserreger (Wollenweber, 1989).

2.3.3 Anthocyane

Die Gruppe der Anthocyane gehört zu der Familie der Flavonoiden, welche aus 400 verschiedenen chemischen Verbindungen bestehen. Sie zählen auch zu den sekundären Pflanzenstoffen, die mittels Pigmenten vor allem Blüten und Früchten eine violette, blaue und auch rote Färbung verleihen. Ausserdem sind sie für die Herbstfärbung der Blätter verantwortlich und beeinflussen den Geschmack. Auch sie dienen dem Schutz vor UV-Strahlung sowie vor Pilz- und Bakterieninfektionen. Darüber hinaus sind sie am pflanzlichen Hormonhaushalt, an der Genexpression und der Enzymaktivität beteiligt (Fleschhut, 2004).

2.3.4 Nitrogen Balance Index (NBI)

Die Stickstoffbilanz oder der *Nitrogen Balance Index* (NBI) gibt Auskunft über den Stickstoffgehalt eines Organismus. Dieser bezieht sich auf das Verhältnis zwischen Chlorophyll und Flavonoide, mit dem Aussagen über die Aufnahme und Abgabe von Stickstoff in einem pflanzlichen Organismus gemacht werden können. Bei einer positiven Stickstoffbilanz fällt das Verhältnis hoch aus, da die Pflanzen unter günstigen Umweltbedingungen vermehrt Chlorophyll und einige wenige Flavonoide synthetisieren. Bei einer negativen Stickstoffbilanz werden hingegen vermehrt Flavonoide synthetisiert und die Stickstoffbilanz fällt entsprechend tief aus (ForceA, 2013).

2.4 Pendularis Systembeschreibung

Das hängende Pflanzensystem Pendularis wurde vom Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen (IUNR) der Zürcher Fachhochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) in Wädenswil entwickelt und im Jahr 2014 auf den Markt gebracht. Das modulare System wurde für die Begrünung von Innenräumen konzipiert. Das Besondere daran ist die Modularität der einzelnen Elemente, welche sich im Raum frei kombinieren lassen. Mit den senkrecht untereinander wie auch den waagerecht zueinander arrangierbaren Modulen lassen sich Innenräume dreidimensional begrünen. Das System lässt sich genauso einfach installieren wie pflegen. Mittels einer einfachen Vorrichtung und dünnen Drahtseilen lassen sich die Module an Wänden und Decken montieren. Jedes Modul besteht aus einem runden, wasserdichtem Profil, das mit bis zu zehn Pflanzen bestückt werden kann. Dank der speziellen Systemtöpfe können alle Pflanzen manuell oder auch automatisch bewässert werden. Zusätzlich wurde für lichtarme Raumverhältnisse eine schmal designte LED-Leuchte entwickelt, welche sich auch nachträglich in die Aufhängevorrichtung integrieren lässt (Stauffer & Stutz, 2013). Es können die zwei Pflanzensortimente Royal und Rapid bezogen werden. Gemäss der bei der Lieferung beiliegenden Produktbeschreibung setzt sich das Royal Set aus langsam wachsenden Pflanzen der Tropen zusammen, welche mit einer unregelmässigen Wasserversorgung, wenig Licht und Nährstoffen zurechtkommen. Der Schwerpunkt der Pflanzenzusammensetzung liegt auf Epiphyten wie beispielsweise *Rhipsalis* und *Peperomia* Arten. Auch das Rapid Set besteht aus tropischen Pflanzen. Hier liegt der Schwerpunkt jedoch auf schnellwachsenden und grosslaubigen Schattenpflanzen wie Tradeskantien und Farne. Die Abbildung 3 zeigt das Pflanzensystem Pendularis mit dem Pflanzensortiment Rapid und der PendularisLEDLeuchte.



Abbildung 3: Bepflanzungssystem Pendularis Rapid und PendularisLEDLeuchte (Pendularis, o.J.)

2.5 *Tradescantia* Cultivars – Dreimasterblume

Die Gattung *Tradescantia* gehört zur Familie der *Commelinaceae*, welche zu den Monokotyledonen gehört. Sie stammt ursprünglich aus Südamerika, Mittelamerika und Mexiko (Erhardt, Erhardt, & Erich, 2014). Die Gattung umfasst weltweit ca. 65 Arten und zählt zu den von Mai bis September rot, weiss und blau blühenden Stauden (Jesdinsky, 2016). Laut der Pflanzenliste der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. stellt die Art *Tradescantia* Cultivars die in der Tabelle 4 genannten Kultivierungsanforderungen (2011). Aufgrund der hohen Arten- und Sortenvielfalt fällt die Bandbreite an Spezifikationen hier sehr unterschiedlich aus.

Tabelle 4: Kultivierungsbedingungen von *Tradescantia* Cultivars in der Innenraumbegrünung aus FLL (2011)

Lichtbedarf (L 1 – 4)	
L1: sehr hoch	> 4300 Lux
L2: hoch	> 2700 – 4300 Luxs
L3: mittel	> 1000 – 2700 Lux
Feuchtigkeitshaushalt / Wasserbedürfnisse (w 1 – 4)	
W2	Immer feuchte Böden, nie austrocknend
W3	Gute Wasserversorgung
Luftfeuchtigkeit (Lu 1 – 3)	
Lu2 > 40 – 60 %	Mittlere Feuchtigkeit, gutes Wohnklima
Lu3 30 – 45 %	Trockenes Klima, Wohnraumklima
Temperatur (T 1 – 4)	
T2: subtropisch / mediterran / australisch	Tag- und Nachtschwankungen, frostfreie Nachttemperaturen
Hydrokultur (H)	Pflanzen sind als Hydrokultur erhältlich

3 Material und Methode

Das Versuchsdesign wurde während des Frühjahrssemesters 2017 in einem Gewächshaus der ZHAW in Wädenswil durchgeführt. In den ersten beiden Kapiteln (3.1 und 3.2) wird zunächst das Versuchsmaterial (LED-Leuchten und Pflanzen), deren Spezifikationen und Bezugsquellen aufgezeigt. Danach werden im Kapitel 3.3 Standort und Versuchsaufbau erklärt und im Kapitel 3.4 der Versuchsablauf grob beschrieben. Zum Schluss werden im Kapitel 3.5 die Analysemethoden erläutert.

3.1 Versuchsmaterial LED-Leuchten

Für den Vergleich standen die Leuchten DHLicht, Pendularis und SANlight zur Verfügung. In der Tabelle 5 werden die wichtigsten Eigenschaften und Nennwerte der verwendeten Leuchten aufgezeigt.

Tabelle 5: Eigenschaften und Nennwerte der verwendeten LED Leuchten

	Firma	DHLicht	Pendularis	SANlight
Allgemeine Informationen	Herkunft	D	CH	A
	Typ*	Produktionsmodul III DRBWFR	PendularisLED-Leuchte	P4-Serie
	Erscheinungsjahr	2014	2014	2016
	Anwendung	Produktion in Gewächshäusern, Klimakammern, Phytokammern, In-vitro (auch zur Kultivierung ohne Tageslicht geeignet)	Beleuchtung des Pendularissystems, zur Zusatzbelichtung und Inszenierung	Produktion in Gewächshäusern, Beleuchtung von lebenden Wänden, Etagenanbau, Beleuchtungsmittel in Gewächshäusern und Gärtnereien
	Anzahl	3	3	3
Leuchtenabmessungen & Eigenschaften	Länge	1'274 mm	1'000 mm	943 mm
	Höhe	114 mm	15 mm	93 mm
	Breite	74 mm	15 mm	78 mm
	Dimmfunktion	-	Optional	Optional
	Leistung	180 W	24 W	125 W
	Spannung	-	12 V	54 V
	Lichtstrom	-	100 lm pro Diode	-
	Anzahl Diodenreihen	3	1	4 (quadratisch angeordnet)
	Anzahl Dioden insges.	80	8	-

	Lebensdauer	25'000 h	50'000 h	80'000 h
	Abstrahlwinkel	90°	30°	90°
	Abstand zur Pflanze	15 – 50 cm	20 – 30 cm	Min. 15 cm
Lichteigenschaften	Wellenlängenbereich	440 – 730 nm	-	400 – 730 nm
	Farbtemperatur	bis 4'000 K (Benutzerdefiniert)	4'100 K	Warmweisser Farbeindruck
	PPF	235 µmol/s	-	313 µmol/s
	LUX	-	-	-
Weiteres	Schutzart	IP65	-	IP64
	Vorschaltgerät	regelbarer Treiber	Externes Netzgerät	Externer Konverter
	Regelung	4 Kanal Dali Protokoll 1 – 100%	-	-
	Software	LED-VisuSpectrum©	-	-
	Spektralverteilung	Manuell eingestellt 440 nm 50 %, 660 nm 77 %, 735 nm 19 %, 4'000 K 100%**	-	-

*im Text werden die LED-Leuchten mit den Firmennamen bezeichnet, anstatt mit der Typenbezeichnung

**Neutralweisser Farbeindruck, als Adaption an den Farbeindruck der Pendularis

3.2 Versuchsmaterial Pflanzen

Um die Auswirkungen der Leuchten auf Pflanzen zu analysieren wurden *Tradescantia* Cultivars und *Tradescantia zebrina* var. *zebrina*, welche zum Pendularis Pflanzensortiment Rapid gehören, verwendet. Durch ihre pflegeleichten und genügsamen Kultivierungsansprüche eignen sie sich zudem besonders gut für die Versuchsanforderungen. Im Text werden beide Arten als grün- oder rotlaubige *Tradescantia* Cultivars zusammengefasst.

Bezugsort: Blumenbörse Zürich, Genossenschaft, Förliwiesenstrasse 4, 8602 Wangen ZH
Tradescantia Cultivars, Ampeln 15 cm Ø (Nr. 2890), grünlaubig-weiss panaschiert,
 produziert von der Hasler Pflanzen AG, 8953 Dietikon ZH
 ZHAW Wädenswil, Campus Grüental, Postfach, 8820 Wädenswil
Tradescantia zebrina var. *zebrina*, rotlaubig panaschiert

Vermehrung: 3 – 5 blättrige Kopfstecklinge, drei Stecklinge pro Topf, für 10 – 12 Tage in
 Nebelvermehrung

Substrat: Klanz® Vulkaponic 3/8 Kultursubstrat (rein mineralisches Substrat für
 Zimmerpflanzen)

Töpfe: Pendularis Systemtopf

3.3 Versuchsaufbau und Standort

Der Versuchsaufbau erfolgte in einem Glasgewächshaus mit Giebeldach, Seiten- und Firstlüftung auf dem ZHAW Campus Grüental. Um Einflüsse der Globalstrahlung oder anderer Belichtungs- bzw. Beleuchtungsmittel auszuschliessen, wurde der Aufbau mit einer Verdunkelungsfolie bedeckt. Die Konstruktion wurde auf einem 6×2 m grossen Kultivierungstisch errichtet, mit neun voneinander abgetrennten Bereichen von je einer Grösse von $2 \times 2 \times 0.67$ m. Um einen Hitzestau zu vermeiden, wurden Belüftungsschlitze im oberen Bereich eingeplant. Um eventuelle äussere Einflüsse und deren Wirkung auf die Pflanzen zu dämpfen, wurden die drei Leuchten pro Typ ungleichmässig auf die neun Bereiche verteilt (Abbildung 4 und Abbildung 5). Die *Pendularis* musste zusätzlich mit Gewichten beschwert werden, da der Lichtschein sonst nicht ausbalanciert war.

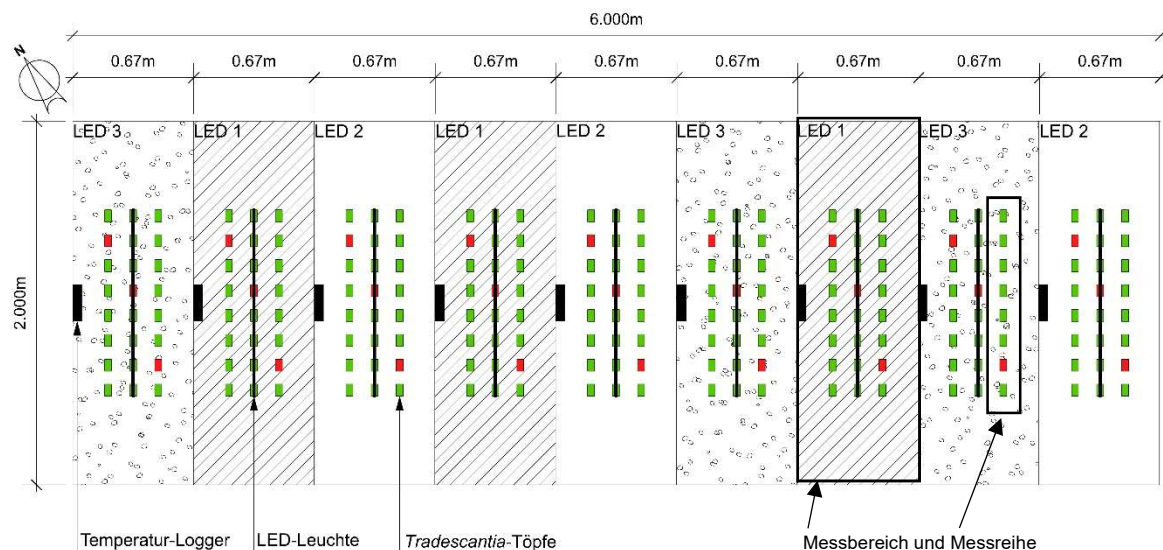


Abbildung 4: Skizze Versuchsaufbau mit Bemassung.

Verteilung der Messbereiche und Messreihen auf dem Kultivierungstisch (LED 1 SANlight, LED 2 DHLicht, LED 3 *Pendularis*)

Pro Bereich befand sich eine zentriert aufgehängte Leuchte, unter der drei Reihen zu je acht Pflanzen platziert wurden (Abbildung 5). Um den vorhandenen Platz unter den Leuchten ganz ausnutzen zu können, wurden die Abstände zwischen den Pflanzen im Verhältnis zur Länge des jeweiligen Leuchtentyps angeordnet. Die Abstände von den Leuchten bis zum Pflanzentopfrand betrugen bei allen drei LED-Leuchtentypen 30 cm. Die Pflanzen wurden während 12 Stunden (von 6 bis 18 Uhr) belichtet. Für Referenzmessungen wurde im selben Gewächshaus eine zusätzliche Kontrollreihe unter Tageslichtbedingungen kultiviert.

DHLicht**Kontrollreihe****Pendularis****SANlight**

Abbildung 5: Exemplarischer Aufbau der Messbereiche mit den jeweils drei Messreihen. DHLicht, Kontrollreihe Pendularis und der SANlight.

Die Tabelle 6 gibt eine Übersicht des Versuchsaufbaus und der Verteilung der Pflanzen bei den unterschiedlichen Belichtungstypen sowie über die allgemeine Belichtungszeit und -dauer.

Tabelle 6: Übersicht Versuchsaufbau.

Anzahl Leuchten und Pflanzen pro Bereich. Abstände der Pflanzentöpfe im Verhältnis zu den Längen des Leuchtentyps. Belichtungszeit bzw. -dauer

	DHLicht	Pendularis	SANlight	KR
Anzahl Bereiche	3	3	3	-
Anzahl <i>Tradescantia</i> C.v. grünlaubig pro Bereich	21 Stk.	21 Stk.	21 Stk.	21 Stk.
Anzahl <i>Tradescantia</i> C.v. rotlaubig pro Bereich	3 Stk.	3 Stk.	3 Stk.	3 Stk.
Anzahl Reihen pro Bereich	3	3	3	-
Abstand zwischen den Töpfen in den Messreihen	10.6 cm	6.7 cm	5.9 cm	5 cm
Abstand zwischen den Töpfen von Messreihe zu Messreihe	4 cm	4 cm	4 cm	5 cm
Belichtungszeit	6 – 18 Uhr	6 – 18 Uhr	6 – 18 Uhr	Sommerzeit
Belichtungsdauer	12 h	12 h	12 h	Sommerzeit

3.4 Versuchsablauf

Es wurden zwei Versuchsreihen durchgeführt. Die erste von Mitte April bis Mitte Mai 2017 (KW 16 bis 19) und die zweite von Ende Mai bis Ende Juni 2017 (KW 22 bis 25). Etwa zwölf Tage vor dem Start der Versuchsreihen wurden die *Tradescantia*-Stecklinge vermehrt und bis zum Versuchsstart im Gewächshaus kultiviert. Beide Versuchsreihen liefen vier Wochen. Die Versuchsreihe 1 lief vom 17. April 2017 bis zum 14. Mai 2017. Die Versuchsreihe zwei lief vom 29. Mai 2017 bis zum 25. Juni 2017 (Abbildung 6).

	April				Mai					Juni			
Tätigkeit	KW 14	KW 15	KW 16	KW 17	KW 18	KW 19	KW 20	KW 21	KW 22	KW 23	KW 24	KW 25	KW 26
Stecklingsvermehrung													
Versuchsreihe 1 Aufbau													
Versuchsreihe 1 Zeitraum													
Versuchsreihe 1 Abbau													
Stecklingsvermehrung													
Versuchsreihe 2 Aufbau													
Versuchsreihe 2 Zeitraum													
Versuchsreihe 2 Abbau													

Abbildung 6: grober Zeitplan zum Versuchsablauf

Die Pflanzen standen konstant in einer Wassertiefe von circa 2.5 cm, was auf einer Fläche von 12 m² 0.3 m³ (300 L) Wasser entspricht. Der Wasserstand wurde alle paar Tage kontrolliert und bei Bedarf aufgefüllt. In der dritten Woche der ersten Versuchsreihe wurde zusätzlich mit 0.5 % Hydrodünger gedüngt. Wegen der daraufhin folgenden starken Algenentwicklung auf der Wasseroberfläche wurde bei der Versuchsreihe zwei darauf verzichtet. Im Anhang 2 befindet sich eine genaue Auflistung der einzelnen Tätigkeiten mit den zeitlichen Angaben.

3.5 Analysemethoden

3.5.1 Messparameter LED-Leuchten

Mit dem Material aus der Tabelle 7 wurden zur Messung der Lichtqualität und Lichtquantität die folgenden Parameter aufgenommen:

- › die Spektralverteilung
- › die Beleuchtungsstärke
- › die PAR

Tabelle 7: Material zur Messung der Lichtqualität und Lichtquantität

	Spektralverteilung	Beleuchtungsstärke	PAR
Messgerät	Kompakt-Spektrometer 467 251	Optical Multimeter Otometer P-9710	Optical Multimeter Optometer P-9710
Sonde	Silizium-CCD-Array und Glasfaserkabel	LUX	PAR Irradiance Detector PS-3710
Software	SpektraLab© 467 350 *		
Einheit	nm	lx	PPFD ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)
Messabstand	30 cm	30 cm	30 cm

*Mittelwertbildung wurde auf 100 festgelegt, die effektive Integrationszeit auf 100 ms, Messung erfolgte ohne Output (Streulicht)

Die Methode zur Messung der Parameter Beleuchtungsstärke und PAR, wurde an die Länge der verschiedenen Leuchtentypen und ihrer Diodenanordnung angepasst. In der Tabelle 8 sind die Messpunkte und die Messabstände der LED-Leuchten aufgeführt. Bei der DHLicht wurde auf eine Ausmessung zwischen zwei Dioden verzichtet, da die einzelnen Dioden dicht an dicht aneinander gereiht sind und eine Messung zwischen zwei Dioden somit unnötig ist. Um einen übersichtlichen Vergleich der Spektren zu ermöglichen, wurden die Metafiles aus dem SpektraLab© der einzelnen LED-Leuchten im Vectorworks© (Version 2015 SP5 R1) übereinander gelagert.

Tabelle 8: Messmethode der Parameter

		DHLicht	Pendularis	SANlight
Spektralverteilung	Messstelle	zentriert	zentriert	zentriert
	Messpunkt	unter Diode	unter Diode und zwischen Dioden	unter Diodenfläche und zwischen Diodenfläche
	Messanzahl	3	2	2
Beleuchtungsstärke und PAR	Messpunkte	22	22	22
	Messabstand	5.7 cm	4.8 cm	4.5 cm

3.5.2 Messparameter Pflanzen und Klimadaten

Das Wachstum von *Tradescantia* Cultivars konnte anhand der folgenden Parameter erhoben werden:

- › Längenwachstum
- › Blattinhaltsstoffe (Chlorophyll, Flavonoid, Anthocyan und NBI)
- › Frisch- und Trockensubstanz

Das Längenwachstum wurde einmal pro Woche in cm (gerundet auf 0.5) erhoben. Gemessen wurden jeweils pro Reihe alle drei Triebe von drei beliebig gewählten Töpfen. Das Messen der Blattinhaltsstoffe erfolgte am Ende der zwei Messreihen mit dem Dualox Scientific +TM der Firma Force A. Pro Leuchtentyp und Bereich wurden dreissig Messpunkte an jungen Blättern gesetzt. Das Frisch- und Trockengewicht der Wurzeln und Blätter bzw. Stängel wurde am Schluss der Versuchsreihen eruiert. Ersteres direkt nach Beendigung der Versuchsreihe, Letzteres nach einer gewichtskonstanten Trocknung in einem Trocknungsöfen bei 60° C. Die Klimadaten dienten zur Überprüfung der Temperatur (°C) und der relativen Luftfeuchtigkeit (% rH). Gemessen und aufgezeichnet wurden diese stündlich mit dem Temperaturlogger EasyLog USB, Version 5.53 der Firma Lascar Electronics Inc. Eine wöchentliche optische Bonitierung diente als allgemeine Überprüfung der Blütenbildung und zur Erfassung von Schädlingen und Krankheiten.

3.5.3 Auswertungen

Längenwachstum und Blattinhaltsstoffe:

Die erhobenen Daten wurden mit Hilfe des Statistikprogramms RStudio (Version 1.0.153 - © 2009 – 2017 RStudio, Inc.) statistisch ausgewertet und visuell dargestellt. Das Signifikanzniveau wurde auf 5 % festgelegt. Die Daten wurden, sofern möglich, mittels einer einfaktoriellen ANOVA (*analysis of variance*) auf Unterschiede in den Mittelwerten überprüft. Mittels Normalverteilung und Varianzhomogenität wurden vorgängig die Voraussetzungen zur ANOVA getestet. Falls die Voraussetzungen nicht gegeben waren, wurde mit Hilfe des Kruskal-Wallis-Test nach Unterschiede in den Medianen gesucht, wobei die Nullhypothese H_0 beider Tests besagt, dass zwischen den Gruppen keine signifikanten Unterschiede vorliegen. Bei einem p-Wert von < 0.05 muss die Nullhypothese demnach verworfen werden. Bei einem p-Wert von > 0.05 kann sie angenommen werden. Mit dem Post-hoc-Test (paarweiser Wilcoxon-Test) wurde danach untersucht, welche Mittelwerte bzw. Mediane sich signifikant voneinander unterscheiden. Die Visualisierungen erfolgten mit Boxplots. Auf eine statistische Auswertung des Längenwachstums der rotlaubigen *Tradescantia* Cultivars wurde verzichtet, da die Anzahl der Datensätze zu gering war.

Zusätzliches zu den Blatinhaltsstoffen:

Messungen, die ausserhalb der definierten Messbereiche lagen, wurden in den Rohdaten als NAN (engl. Not a Number) aufgeführt (ForceA, 2013) und konnten somit nicht in die Auswertungen mit einbezogen werden. Das kann zu unterschiedlichen Anzahlen der Datensätze führen. Auf eine Bereinigung der NAN-Werte durch einen Ersatzwert wurde verzichtet, da das die Auswertungen verfälscht hätte.

Frisch- und Trockensubstanz:

Die Frisch- und Trockensubstanz wurde deskriptiv mit Hilfe von Exceldiagrammen beschrieben. Um einen Vergleich zu ermöglichen, wurden die Trockengewichte der drei LED-Bereiche pro Leuchtentyp aufsummiert und wiederum durch drei geteilt, um das arithmetische Mittel zu berechnen. Die arithmetischen Mittel der DHLicht, SANlight und KR wurden anschliessend durch das der Pendularis geteilt. Von der KR musste kein arithmetisches Mittel bestimmt werden, da dafür nur ein Bereich vorgesehen war und somit weniger Daten zur Verfügung standen. Der aus den Berechnungen resultierende Faktor wurde mit Hilfe der Faktorstufeneinteilung gewichtet. Die Faktorstufen wurden wie folgt festgelegt:

- Kein Unterschied: ≤ 1
- Geringer Unterschied: 1.1 bis 1.5
- Mittlerer Unterschied: 1.6 bis 2
- Grosser Unterschied: 2.1 bis 2.5
- Sehr grosser Unterschied: 2.6 bis ≥ 3

4 Ergebnisse

4.1 Messparameter LED-Leuchten

Die Skala der Spektralbereiche setzt sich zusammen aus dem Wellenlängenbereich in nm auf der x-Achse und der relativen Intensität auf der y-Achse.

4.1.1 Spektralverteilung – DHLicht

Die Verteilungen der Spektralbereiche weisen im Verhältnis zueinander einen hohen Rotanteil auf. Er liegt bei allen Messpunkten bei 666 nm. Auch die Spitze im Blaubereich bleibt bei allen Messpunkten so gut wie gleich bei 440 nm. Einzig die Intensitäten verändern sich. Der Rotbereich ist in der roten Diodenreihe am intensivsten (Abbildung 7). Aber auch die blaue Reihe weist einen grösseren Rotanteil auf (Abbildung 9). In der mittleren, weissen Diodenreihe kommt neben einer Spitze im Blau bei 435 nm und im Hellrot bei 666 nm noch eine im Dunkelrot bei 737 nm hinzu, die Intensität ist aber im Verhältnis zu den Anderen gering (Abbildung 8).

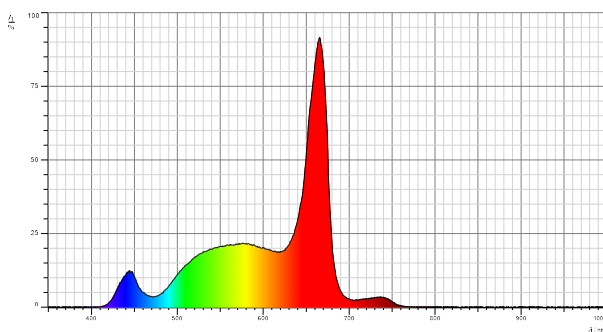


Abbildung 7 Spektralverteilung DHLicht.
Gemessen mit einem Abstand von 30 cm unter einer zentralgelegenen Diode der roten Diodenreihe.

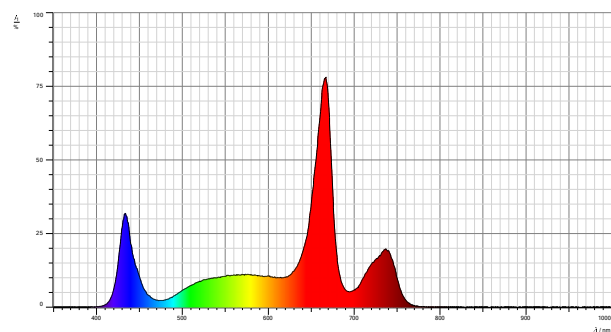


Abbildung 8 Spektralverteilung DHLicht.
Gemessen mit einem Abstand von 30 cm unter einer zentralgelegenen Diode der weissen Diodenreihe.

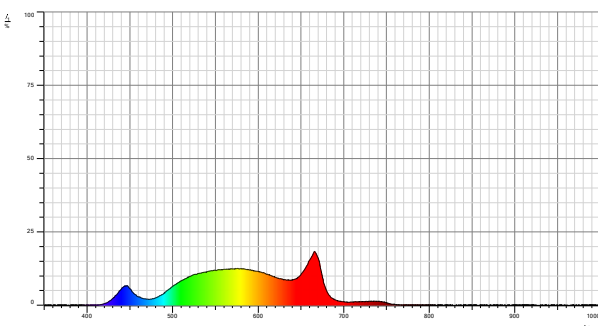


Abbildung 9 Spektralverteilung DHLicht.
Gemessen mit einem Abstand von 30 cm unter einer zentralgelegenen Diode der blauen Diodenreihe

Zur Kontrolle wurde die Spektralverteilung der weissen Diode mit der automatisch generierten Spektralverteilung der DHLicht-Steuerungssoftware verglichen. In der Abbildung 10 ist ersichtlich, dass beide mehrheitlich überein stimmen.

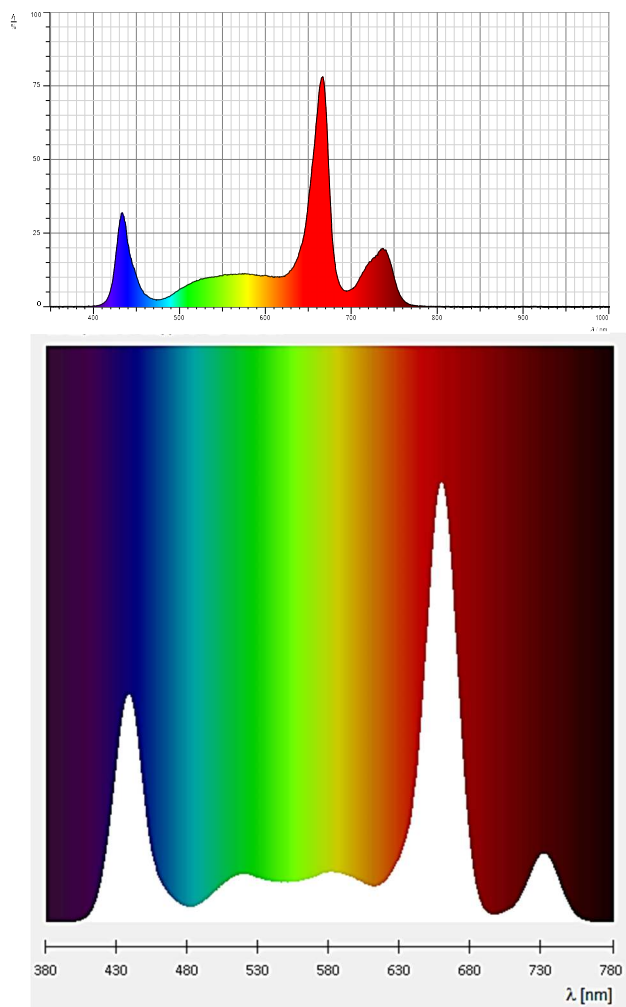


Abbildung 10: Vergleich zwischen gemessener und automatisch generierter Spektralverteilung.

4.1.2 Spektralverteilung – Pendularis

Die Pendularis weist direkt unter einer Diode eine Spektralbereichsverteilung von unter 350 – 850 nm auf (Abbildung 11). Der Rot- und Blaubereich ist stark ausgeprägt, wohingegen der Grüngelbbereich gering ausfällt. Die Spitze im Blauviolettbereich liegt bei 420 nm und 480 nm und die im Rotbereich bei 735 nm. Die Verteilung bewegt sich hier vor allem im Hellrot mit einer leichten Tendenz ins Dunkelrot. Ein gegenteiliges Bild zeigt sich bei der Messung zwischen zwei Dioden (Abbildung 12). Hier liegt der Spektralbereichsverteilung zwischen 410 und 730 nm mit einem deutlich höheren Anteil im grüngelben Bereich. Die Spektralspitze liegt bei 550 nm im grünen Licht. Ein leichter Anstieg befindet sich auch im Blaubereich bei 445 nm.

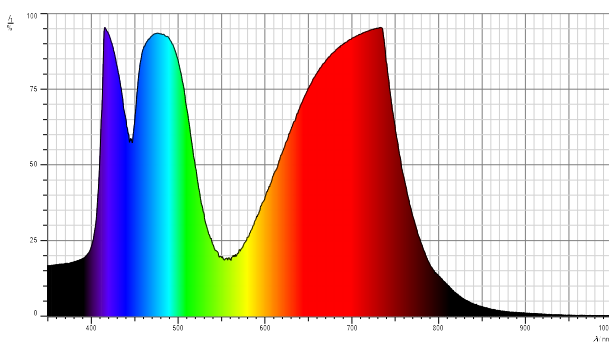


Abbildung 11: Spektralverteilung Pendularis.
Gemessen mit einem Abstand von 30 cm unter einer zentralen Diode.

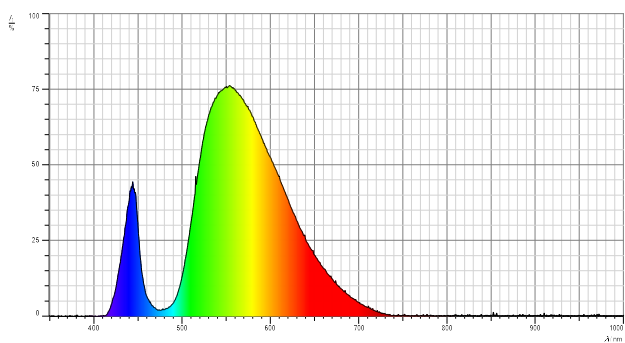


Abbildung 12: Spektralverteilung Pendularis.
Gemessen mit einem Abstand von 30 cm zwischen zwei zentralen Dioden.

4.1.3 Spektralverteilung – SANlight

Die Spektralverteilung der SANlight weist bei der Ausmessung unter der Diodenfläche im Verhältnis zu den anderen Bereichen einen grösseren Rotgelbbereich als Blaubereich auf. Die drei Blaubereichspitzen liegen bei 422 nm, 465 nm und 480 nm. Eine weitere Spitze liegt bei 675 nm im Hellrotbereich (Abbildung 13). Auch bei der Zwischenraummessung dominiert der Rotgelbbereich, jedoch mit einem deutlich grösserem Anteil von Gelbgrün und Dunkelrot. Die Spitzenwerte liegen hier bei 440 nm, 600 nm, 680 nm und 730 nm (Abbildung 14). Die Unterschiede zwischen den beiden Messpunkten ist jedoch vergleichsweise gering.

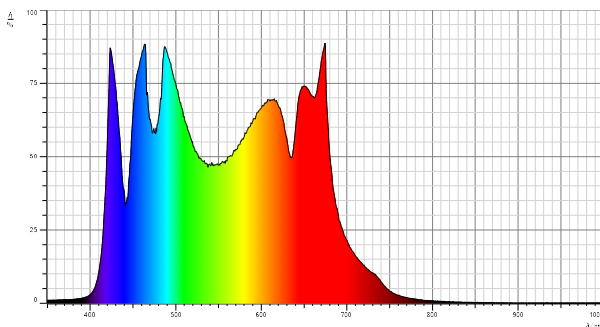


Abbildung 13: Spektralverteilung SANlight.
Gemessen mit einem Abstand von 30 cm unter den zentral angeordneten Diodenquadrat.

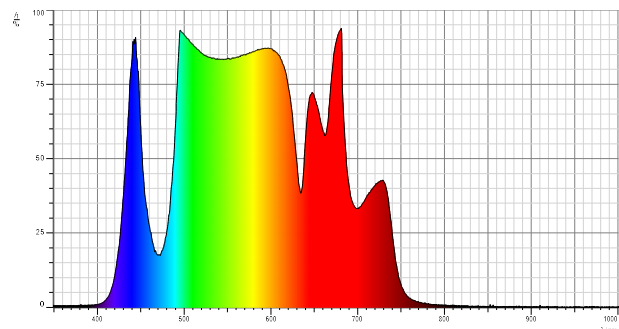


Abbildung 14: Spektralverteilung SANlight.
Gemessen mit einem Abstand von 30 cm zwischen zwei zentralen Dioden.

4.1.4 Beleuchtungsstärke

In Tabelle 9 sind die gemessenen Beleuchtungsstärken in der Einheit Lux (lx) aufgelistet. Angegeben sind die maximalen und minimalen Messwerte sowie der Median und der Mittelwert. Der Messabstand beträgt 30 cm. Vergleiche anhand der Mittelwerte zeigen, dass die Pendularis mit 2'470 lx gegenüber der DHLicht mit 5'310 lx eine circa zwei Mal geringere und gegenüber der SANlight mit 15'240 lx eine circa sechs Mal geringere Beleuchtungsstärke aufweist. Die Rohdaten zur Beleuchtungsstärke befinden sich im Anhang 4.

Tabelle 9: Beleuchtungsstärke (lx).

Angaben des maximalen und minimalen Wertes, des Median und des Mittelwerts, Einheit in Lux (lx) Messabstand 30 cm

	DHLicht	Pendularis	SANlight
Max.	6'750 lx	3'380 lx	19'130 lx
Min.	3'480 lx	1'670 lx	9'800 lx
Median	5'750 lx	2'430 lx	15'050 lx
Mittelwert	5'310 lx	2'470 lx	15'240 lx
Herst. Ang.	-	-	-

4.1.5 PAR

In Tabelle 10 sind die maximalen und minimalen Werte sowie die Mediane und Mittelwerte der Photosynthetischen Photonenstromdichte (PPFD) der drei Leuchten aufgelistet in $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$. Gemessen wurde mit einem Abstand von 30 cm. Der Mittelwert der Pendularis ist mit $37.1 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ am geringsten. Die DHLicht bewegt sich mit $110.47 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ im mittleren Bereich und die SANlight weist mit $346.25 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ eindeutig die grösste Photonenstromdichte auf. Für die Pendularis wurde zusätzlich die PPFD-Verteilung der Pflanzenfläche grafisch dargestellt. Sie befindet sich mit den Rohdaten zur PAR im Anhang 4.

Tabelle 10: PAR-Werte (PPFD).

Angaben des maximalen und minimalen Wertes, des Median und des Mittelwerts sowie Angabe des Herstellers (Herst. Ang.), Einheit in $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$

	DHLicht	Pendularis	SANlight
Max.	134.2	44.22	437.7
Min.	59.77	20.99	231.7
Median	118.3	39.56	344.9
Mittelwert	110.47	37.10	346.25
Herst. Ang.	-	-	-

4.2 Messparameter Pflanzen

Im Folgenden sind die Resultate aus den Pflanzenmessungen der Versuchsreihe 1 (Kap. 4.2.1 bis Kap. 4.2.3) und der Versuchsreihe 2 (Kap. 4.2.4 bis Kap. 4.2.6) dargestellt. Je Versuchsreihe wird auf Folgendes eingegangen (die Angaben zu den Rohdaten befinden sich in den Klammern):

- das Längenwachstum (Anhang 5)
- die Blatinhaltsstoffe (Anhang 6)
- die Feucht- und Trockensubstrat (Anhang 7)

Die für die statistische Auswertung bevorzugte einfaktorielle ANOVA kann jedoch nicht verwendet werden. Bei der Auswertung der Blatinhaltsstoffe sind beide Voraussetzungen zur ANOVA nicht erfüllt. Auf Anraten von Dr. Merlo (2017) wird zur Vereinheitlichung (wie im Kapitel 3.5.3 beschrieben) der Kruskal-Wallis-Test für alle statistischen Auswertungen verwendet. Auf das Längenwachstum der rotlaubigen *Tradescantia* Cultivars wird nicht eingegangen.

Verständnishilfe zu den Diagrammen:

Der Diagrammtyp Boxplot vermittelt eine Übersicht über einen bestimmten Datenbereich und ihre Verteilung. Ersichtlich darin sind der Median, die zwei Quartile und die beiden Extremwerte.

Die Box zeigt den Bereich der mittleren 50 % der Daten. Begrenzt wird er durch den unteren 25 % - Quartil und den oberen 75 % - Quartil. Dazwischen liegt der Interquartilsabstand, welcher das Mass zur Streuung der Daten darstellt. Der Median oder auch das 50 % - Quartil wird innerhalb der Box mit einem breitem Strich gekennzeichnet. Die beiden Extremwerte oder Whiskers werden als Linie mit einem T-Ende über und unter der Box dargestellt. Der untere wie auch der obere Whisker sind höchstens 1.5 mal so lang wie der Interquartilsabstand ($1.5 \times \text{IQR}$). Die Länge der Whisker wird in erster Linie jedoch durch die Datenwerte und nicht durch den Interquartilsabstand bestimmt. Daher kann es sein, dass die Whisker nicht gleich lang sind. Falls keine Werte ausser der $1.5 \times \text{IQR}$ vorhanden sind, bezieht sich die Länge der Whisker auf den maximalen und minimalen Wert der Daten. Der Bereich vom unteren bis zum oberen Whisker definiert die gesamte Spannweite der zugrunde liegenden Daten (inkl. Ausreisser). Ausreisser werden als Punkte ausserhalb der Whisker aufgezeigt.

Bei gruppenweisen Vergleichen können Unterschiede mit Hilfe von einem Post-hoc-Test ausfindig gemacht werden. Dieser wird in Form von Buchstaben unterhalb der Boxplots dargestellt. Unterscheiden sich die Buchstaben, weisen die Boxplots signifikante Unterschiede auf. Bei gleichen Buchstaben bestehen Ähnlichkeiten zwischen ihnen. Die Anzahl Datensätze werden auf der zweiten y-Achse als $n = \text{Zahl}$ dargestellt.

Anmerkung I:

Während beiden Versuchsreihen konnten weder bei den LED-Leuchten noch bei der Kontrollreihe Blüten oder Blattnekrosen festgestellt werden, weswegen dazu auch keine statistischen Auswertungen gemacht werden können. Die Rohdaten dazu befinden sich im Anhang 5.

Anmerkung II:

Die LED-Leuchten und die KR werden in allen Diagrammen, Tabellen und sonstigen Auflistungen alphabetisch angeordnet.

4.2.1 Versuchsreihe 1 – Längenwachstum

Verwendet wurden die Endwerte aus der Kalenderwoche 19 aller drei Leuchten pro Typ und der Kontrollreihe. Der Kruskal-Wallis-Test zeigt mit einem p-Wert von $2.96e-11$ einen signifikanten Unterschied beim Längenwachstum der Pflanzen der verschiedenen Leuchten und der KR. Das Diagramm 1 zeigt das Längenwachstum der Versuchsreihe 1. Auf der y-Achse befinden sich die Leuchten und die Kontrollreihe. Auf der x-Achse ist die Länge in Zentimetern angegeben. Im Diagramm ersichtlich ist, dass sich das Längenwachstum der Pflanzen der Kontrollreihe signifikant von dem der drei LED-Leuchten unterscheidet. Innerhalb der LED-Leuchten unterscheiden sich die DHLicht und die SANlight, wobei die Pendularis Ähnlichkeiten mit beiden aufweist. Der höchste Median im Wachstum ist bei der DHLicht zu verzeichnen, der geringste bei der KR. Die Pendularis und die SANlight sind in der Mitte einzuordnen. Im Diagramm 2 sind die Wachstumsängen aller LED-Leuchten und der KR der Versuchsreihe 1 mit der Verteilung der drei Messreihen nochmals als Überblick zusammen gefasst. Wobei hier, im direkten Vergleich, deutlich wird, dass die Mediane der DHLicht- und SANlightreihen sehr ähnlich sind. Die Kontrollreihe weist mit einem maximalen Median von 10 cm das geringste Wachstum und die Pendularis mit einem maximalen Median von 16 cm das grösste Wachstum auf, ganz im Gegensatz zu den Medianen aus dem Diagramm 1. Hier sind jedoch auch bei der Pendularis im Vergleich zu den anderen die Spannweiten am grössten und die Ausreisser am häufigsten.

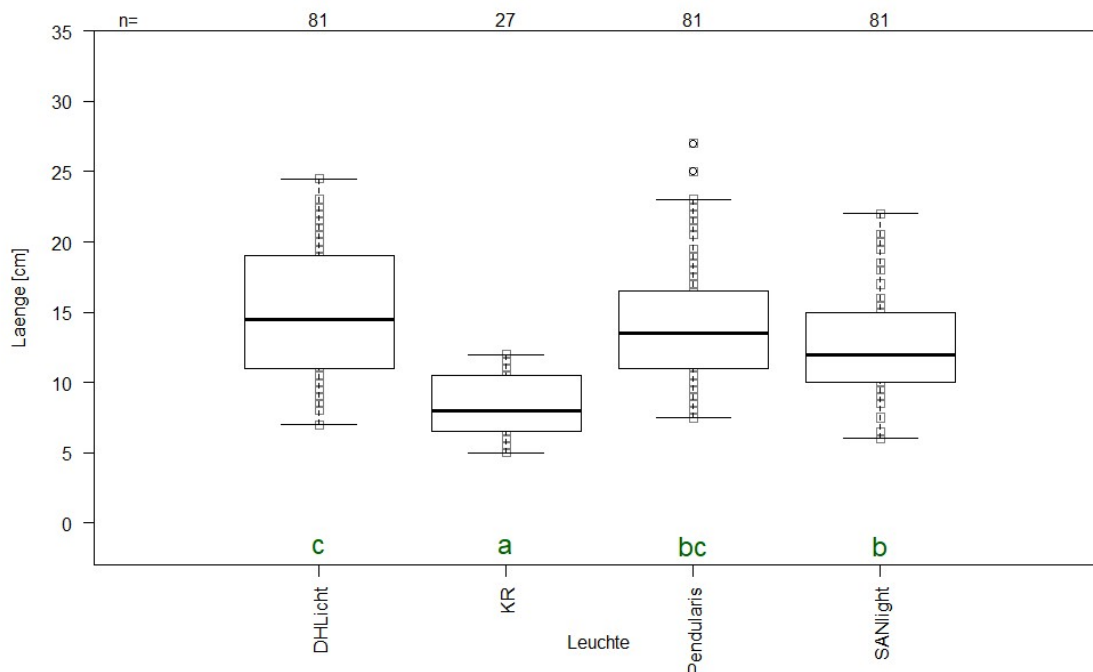


Diagramm 1: VR 1 Längenwachstum.

Boxplot inkl. Post-hoc-Test der Leuchten und der Kontrollreihe (KR). Signifikante Unterschiede zwischen allen Leuchten und der KR (p -Wert = $2.96e-11$). Ähnlichkeiten zwischen Pendularis und DHLicht sowie zwischen Pendularis und SANlight. n = Anzahl Datensätze

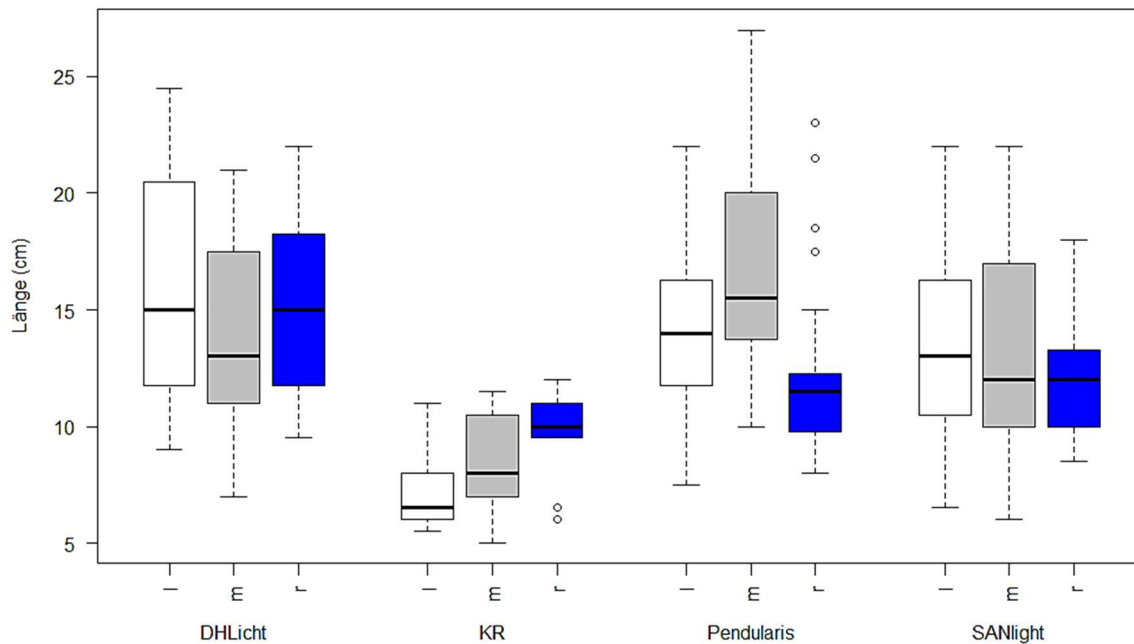


Diagramm 2: VR 1 Längenwachstum.

Boxplot aller Leuchten und der Kontrollreihe, unterteilt in die jeweiligen Messreihen links (l), Mitte (m) und rechts (r).

Danach wurde getestet, ob sich die Messreihen links (l), mitte (m) und rechts (r) unterhalb der Leuchten und bei der Kontrollreihe (KR) voneinander unterscheiden. Die Messreihen der DHLicht (Diagramm 3), der Kontrollreihe (Diagramm 4) und der SANlight (Diagramm 6) unterscheiden sich nicht signifikant voneinander. Wobei die Nullhypothese der Kontrollreihe mit einem p-Wert von 0.0752 nur knapp verworfen wird. Signifikante Unterschiede der Messreihen gibt es, mit einem p - Wert von 0.000314, nur bei der Pendularis (Diagramm 5). Hier unterscheidet sich die mittlere sehr stark von der rechten Reihe. Ähnlichkeiten weisen die linke und die mittlere sowie die linke und die rechte Reihe auf.

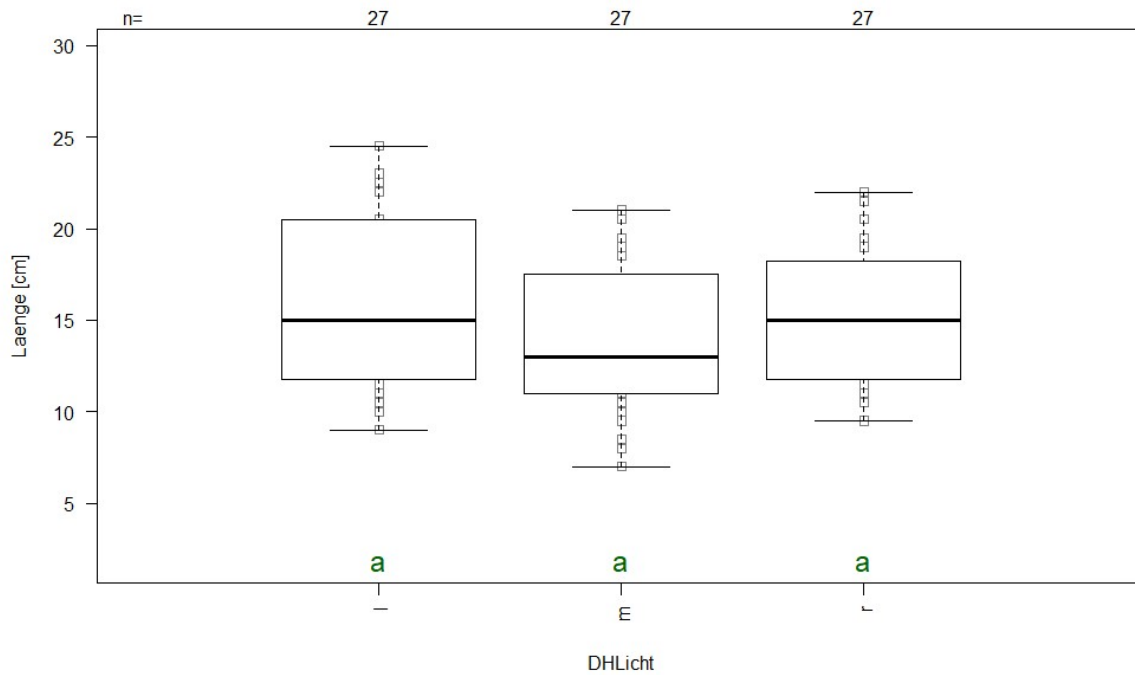


Diagramm 3: VR 1 Längenwachstum DHLicht.

Boxplot inkl. Post-hoc-Test. Keine signifikanten Unterschiede zwischen den Messreihen (p -Wert = 0.215) links (l), Mitte (m) und rechts (r). n = Anzahl Datensätze

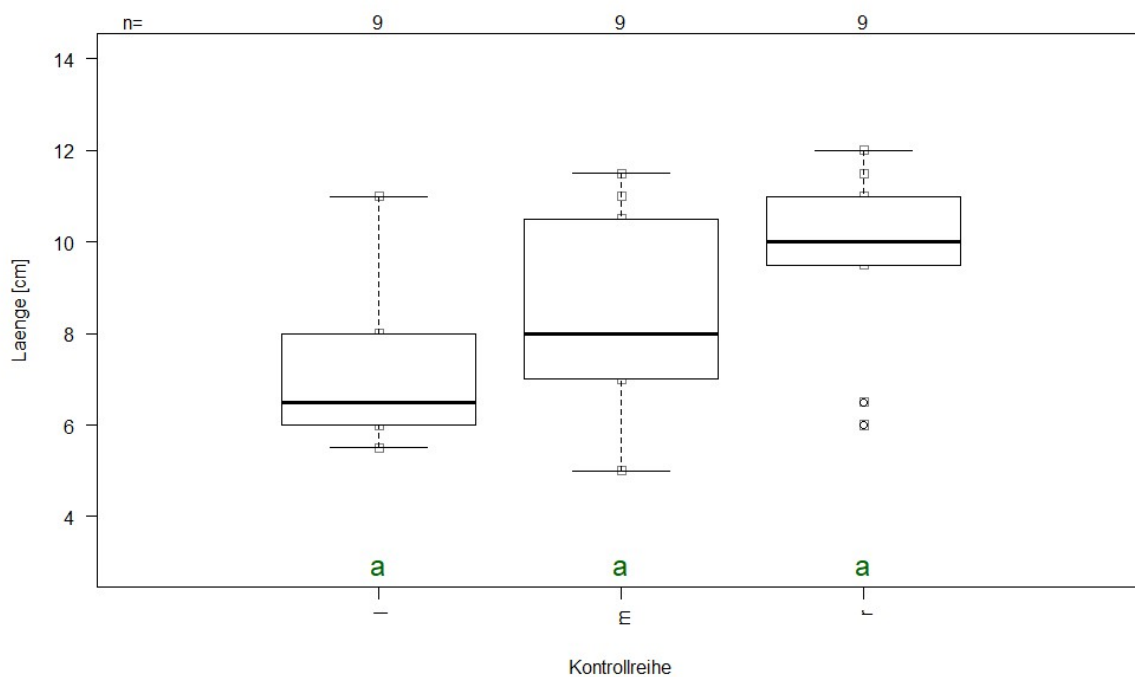


Diagramm 4: VR 1 Längenwachstum Kontrollreihe.

Boxplot inkl. Post-hoc-Test. Keine signifikanten Unterschiede zwischen den Messreihen (p -Wert = 0.0752) links (l), Mitte (m) und rechts (r). n = Anzahl Datensätze

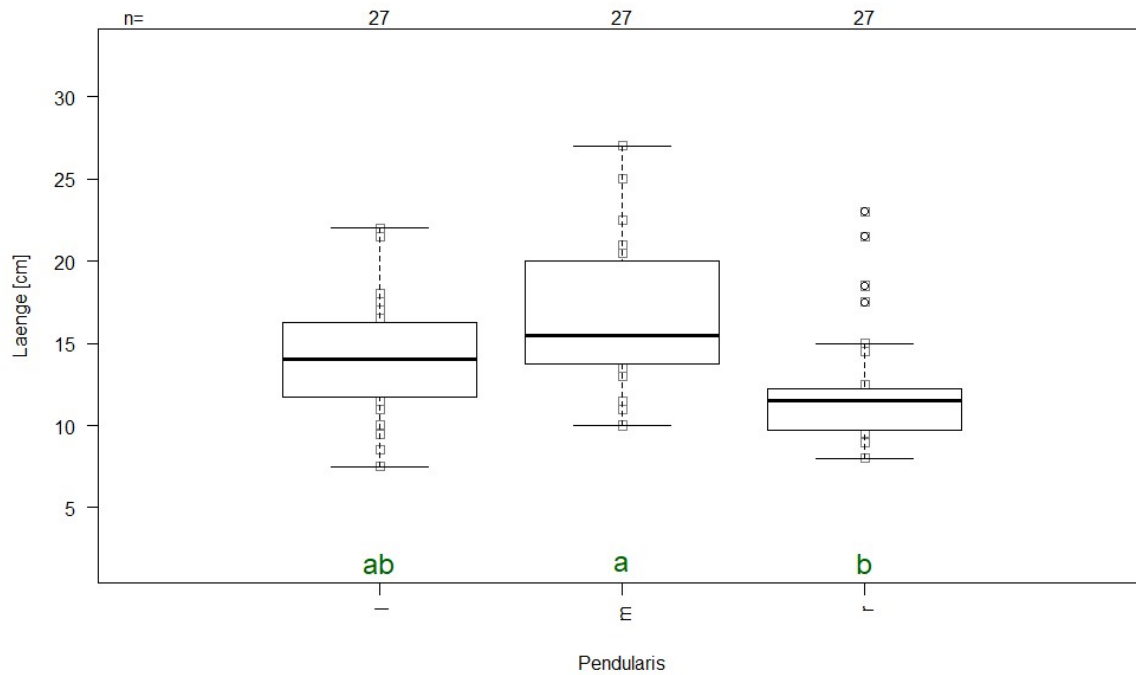


Diagramm 5: VR 1 Längenwachstum Pendularis.

Boxplot inkl. Post-hoc-Test. Signifikante Unterschiede zwischen den Messreihen (p -Wert = 0.000314) links (l), Mitte (m) und rechts (r). Unterschiede befinden sich zwischen der mittleren und der rechten Reihe, die linke Reihe weist Ähnlichkeiten mit den beiden anderen auf. n = Anzahl Datensätze

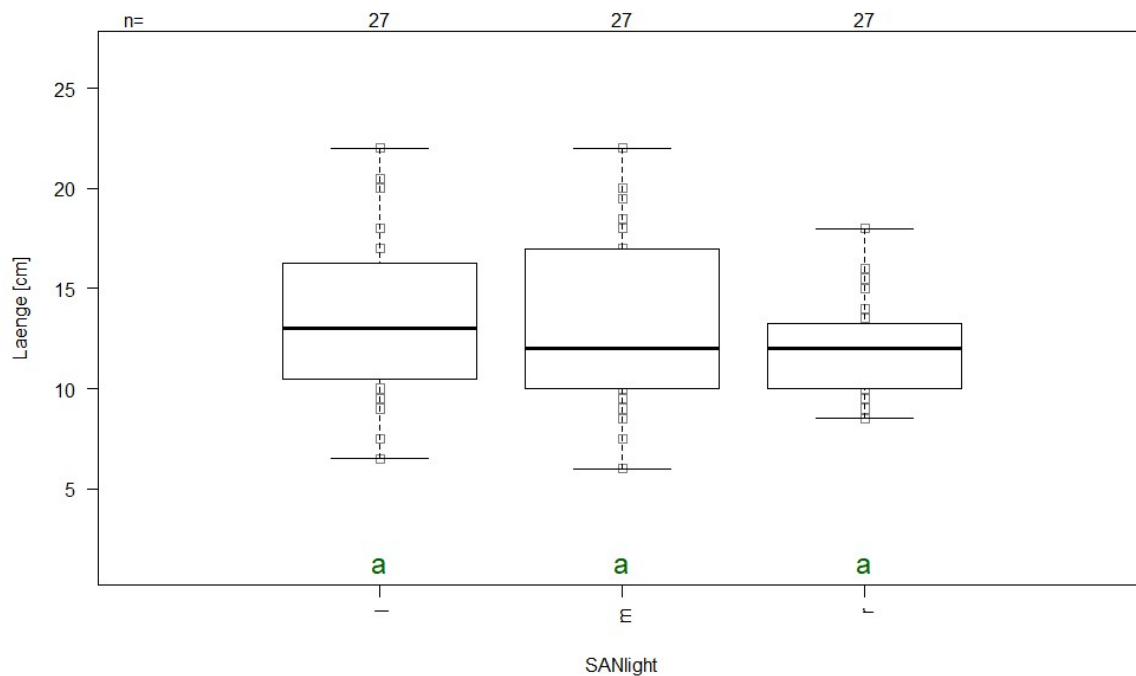


Diagramm 6: VR 1 Längenwachstum SANlight.

Boxplot inkl. Post-hoc-Test. Keine signifikanten Unterschiede zwischen den Messreihen (p -Wert = 0.491) links (l), Mitte (m) und rechts (r). n = Anzahl Datensätze

4.2.2 Versuchsreihe 1 – Blattinhaltsstoffe

Die Blattinhaltsstoffe weisen bei allen Leuchten und der KR signifikante Unterschiede auf (siehe p-Werte der Tabelle 11 und Tabelle 12). Zur Übersicht sind die Ergebnisse des Post-hoc-Tests und die jeweiligen p-Werte der grünlaubigen Pflanzen in der Tabelle 11 und die der rotlaubigen Pflanzen in der Tabelle 12 aufgeführt. Auffällig ist dabei, dass sämtliche Blattinhaltsstoffe der Kontrollreihe, bei den grünlaubigen und rotlaubigen Arten, am geringsten sind, gefolgt von der Pendularis bei den grün- und rotlaubigen Blättern und von der DHLicht bei den rotlaubigen Blättern. Zudem weist die Pendularis bei den grünlaubigen Blättern keinerlei Ähnlichkeiten mit den anderen LED-Leuchten oder der KR auf. Bei den rotlaubigen Blättern hingegen weist sie beim Chlorophyllgehalt Ähnlichkeiten mit der KR auf, beim Flavonoidgehalt und dem NBI-Wert jedoch mit der DH-Licht. Einzig beim Anthocyangehalt ähneln sich alle LED-Leuchten und unterscheiden sich von der KR.

Tabelle 11: VR 1 Blattinhaltsstoffe grünlaubig.

Übersicht des Post-hoc-Tests und der p-Werte. Signifikante Unterschiede zwischen allen Leuchten und der Kontrollreihe, teilweise Ähnlichkeiten zwischen SANlight und der KR, sowie zwischen SANlight und DHLicht.

	DHLicht	Kontrollreihe	Pendularis	SANlight	p-Wert
Chlorophyll	c	a	b	a	5.12e-29
Flavonoid	d	a	b	c	1.1e-32
Anthocyan	d	a	b	c	2.7e-25
NBI	c	a	b	a	1.37e-32

Tabelle 12: VR 1 Blattinhaltsstoffe rotlaubig.

Übersicht des Post-hoc-Tests und der p-Werte. Signifikante Unterschiede zwischen allen Leuchten und der Kontrollreihe, teilweise Ähnlichkeiten zwischen Pendularis und der KR sowie zwischen SANlight und DHLicht.

	DHLicht	Kontrollreihe	Pendularis	SANlight	p-Wert
Chlorophyll	b	a	a	b	2.76e-08
Flavonoid	b	a	b	c	7e-09
Anthocyan	b	a	b	b	6.41e-12
NBI	b	a	b	c	1.58e-09

Auf den folgenden Seiten sind jeweils die Boxplots zum grün- und rotlaubigen Chlorophyll- (Diagramm 7 und Diagramm 8), Flavonoid- (Diagramm 9 und Diagramm 10) und Anthocyangehalt (Diagramm 11 und Diagramm 12) und der NBI-Werte (Diagramm 13 und Diagramm 14) dargestellt.

Chlorophyll:

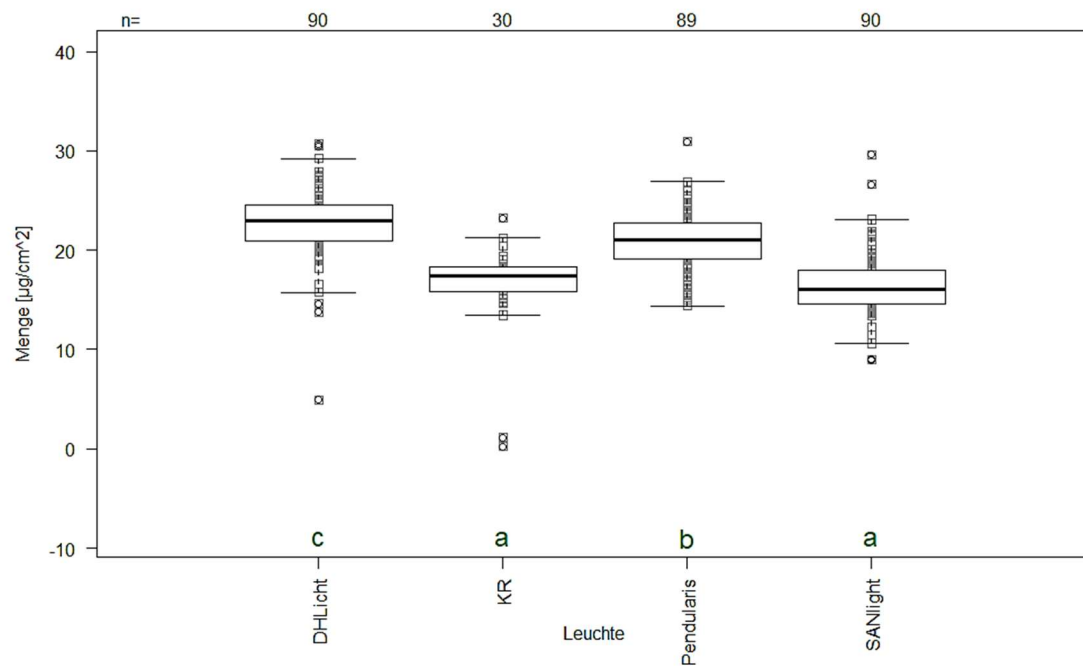


Diagramm 7: VR 1 Chlorophyllgehalt der grünlaubigen Blätter.

Signifikante Unterschiede zwischen den LED-Leuchten und der KR (p -Wert = $5.12e-29$), Ähnlichkeiten zwischen der KR und SANlight. n = Anzahl Datensätze

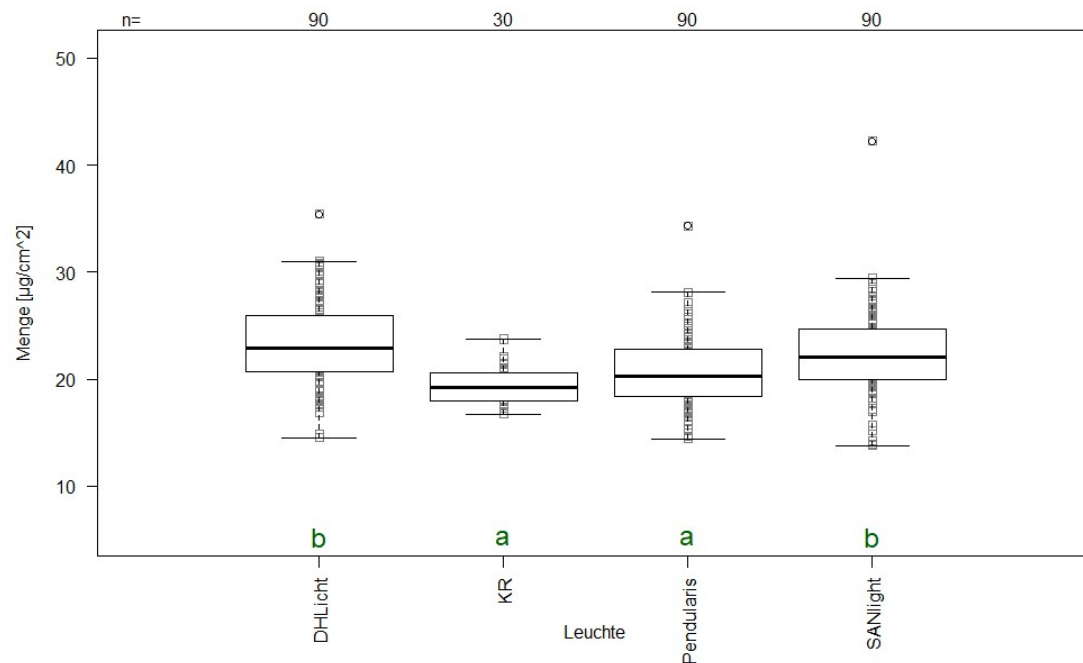


Diagramm 8: VR 1 Chlorophyllgehalt der rotlaubigen Blätter.

Signifikante Unterschiede zwischen den LED-Leuchten und der KR (p -Wert = $2.76e-08$), Ähnlichkeiten zwischen der KR und Pendularis. n = Anzahl Datensätze

Flavonoid:

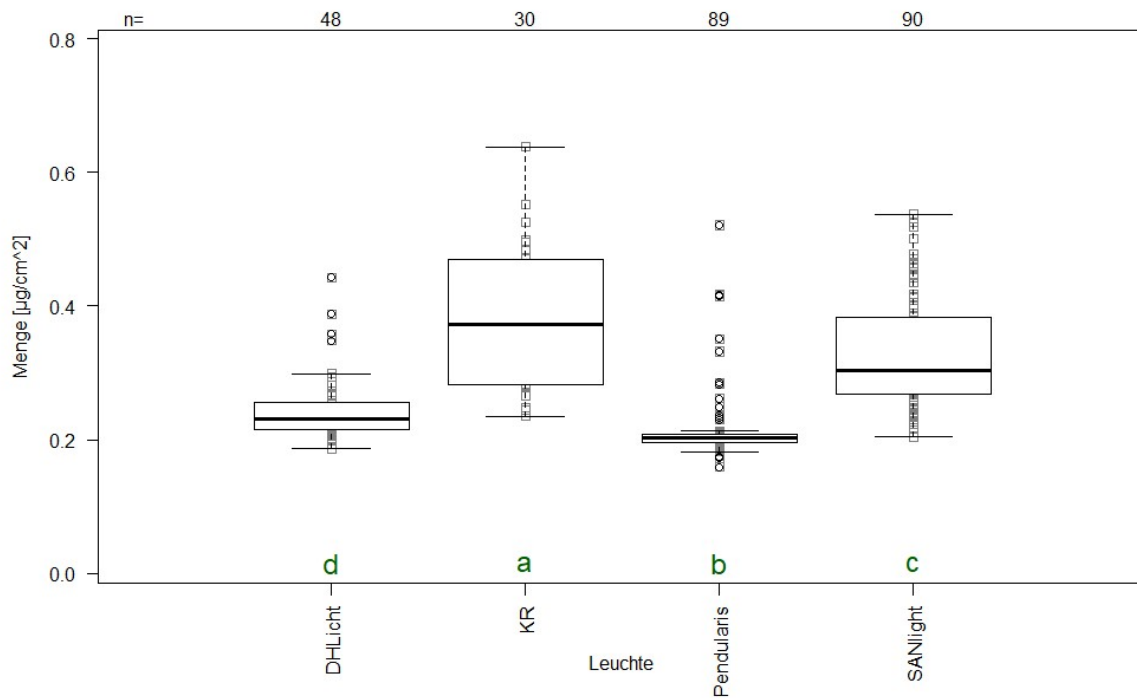


Diagramm 9: VR 1 Flavonoidgehalt der grünlaubigen Blätter.

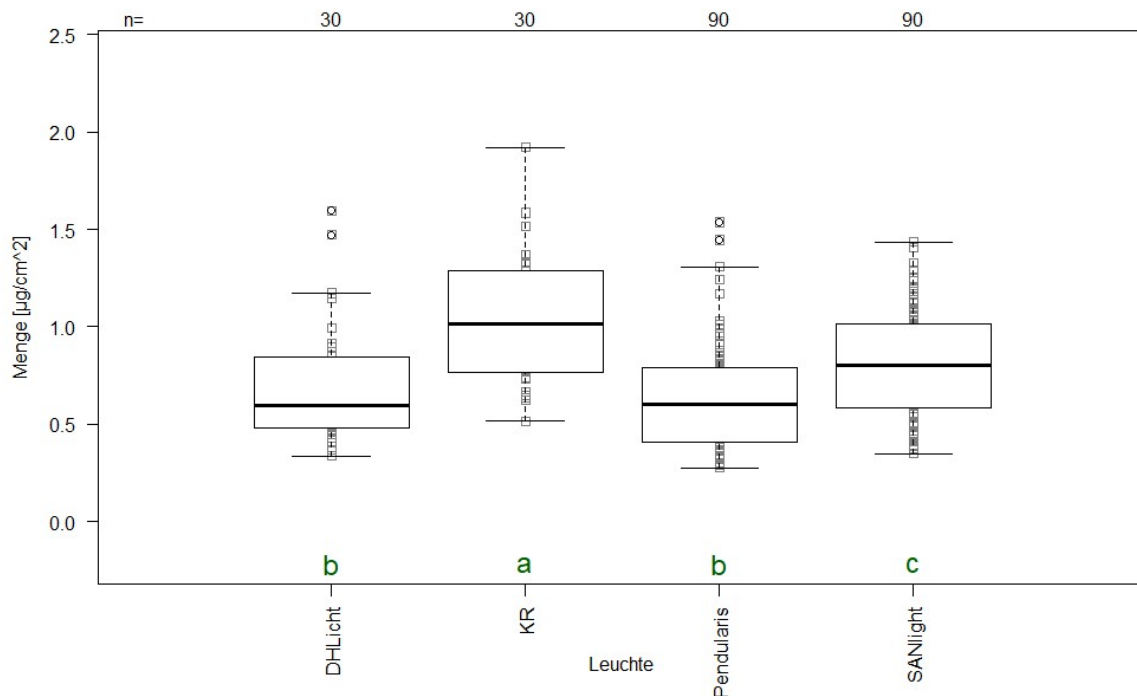
Signifikante Unterschiede zwischen den LED-Leuchten und der KR (p -Wert = $1.1e-32$). n = Anzahl Datensätze

Diagramm 10: VR 1 Flavonoidgehalt der rotlaubigen Blätter.

Signifikante Unterschiede zwischen den LED-Leuchten und der KR (p -Wert = $7e-09$), Ähnlichkeiten zwischen DHLicht und Pendularis. n = Anzahl Datensätze

Anthocyan:

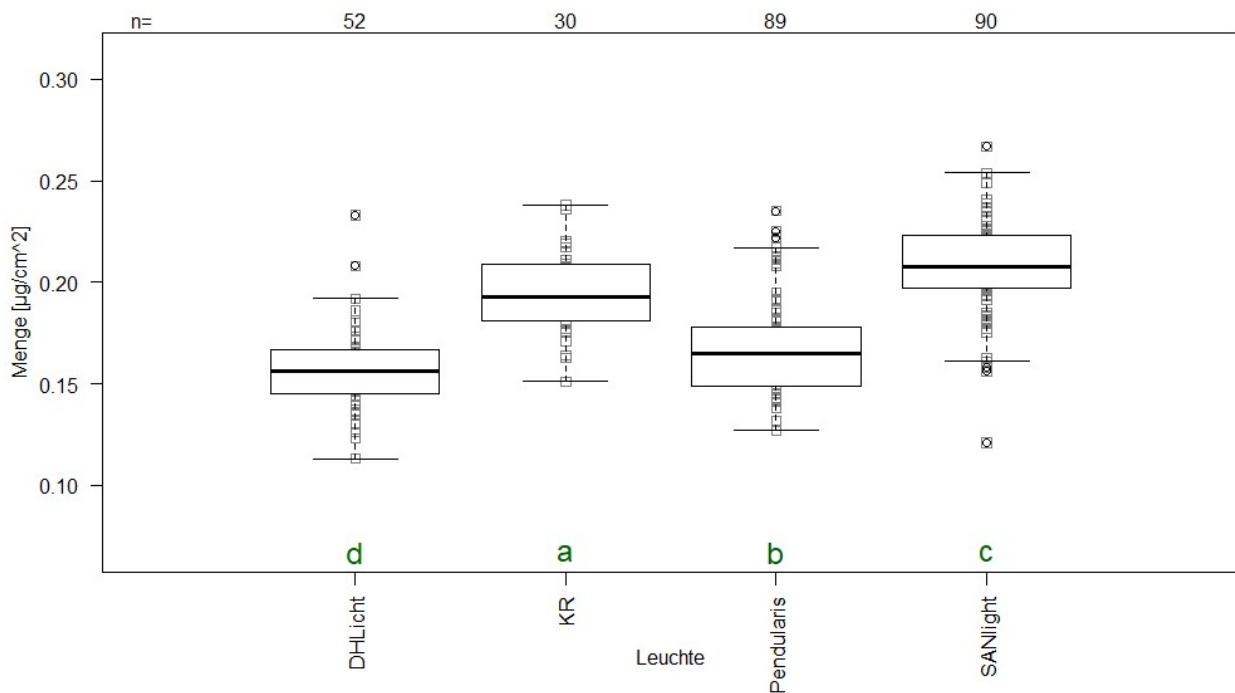


Diagramm 11: VR 1 Anthocyangehalt der grünlaubigen Blätter.

Signifikante Unterschiede zwischen den LED-Leuchten und der KR (p- Wert = 2.7e-25). n = Anzahl Datensätze

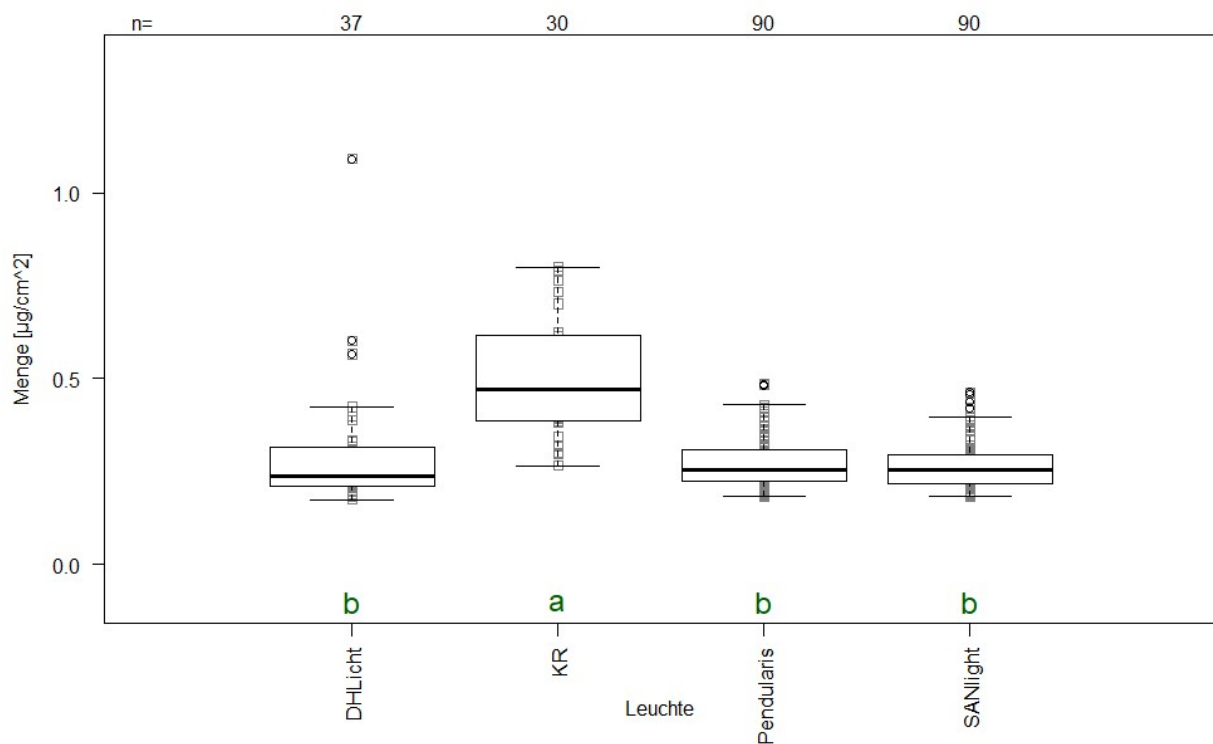


Diagramm 12: VR 1 Anthocyangehalt der rotlaubigen Blätter.

Signifikante Unterschiede zwischen den LED-Leuchten und der KR (p- Wert = 6.41e-12), Ähnlichkeiten zwischen DHLicht, Pendularis und SANlight. n = Anzahl Datensätze

NBI:

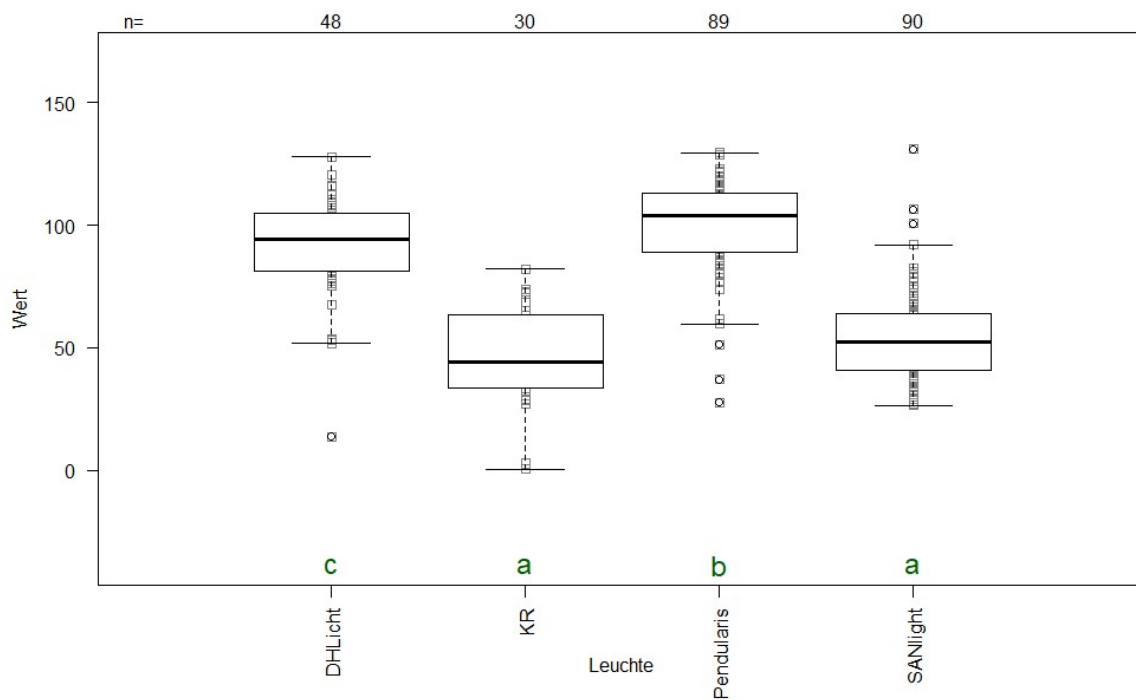


Diagramm 13: VR 1 NBI-Wert der grünlaubigen Blätter.

Signifikante Unterschiede zwischen den LED-Leuchten und der KR (p -Wert = $1.37e-32$), Ähnlichkeiten zwischen der KR und SANlight. n = Anzahl Datensätze

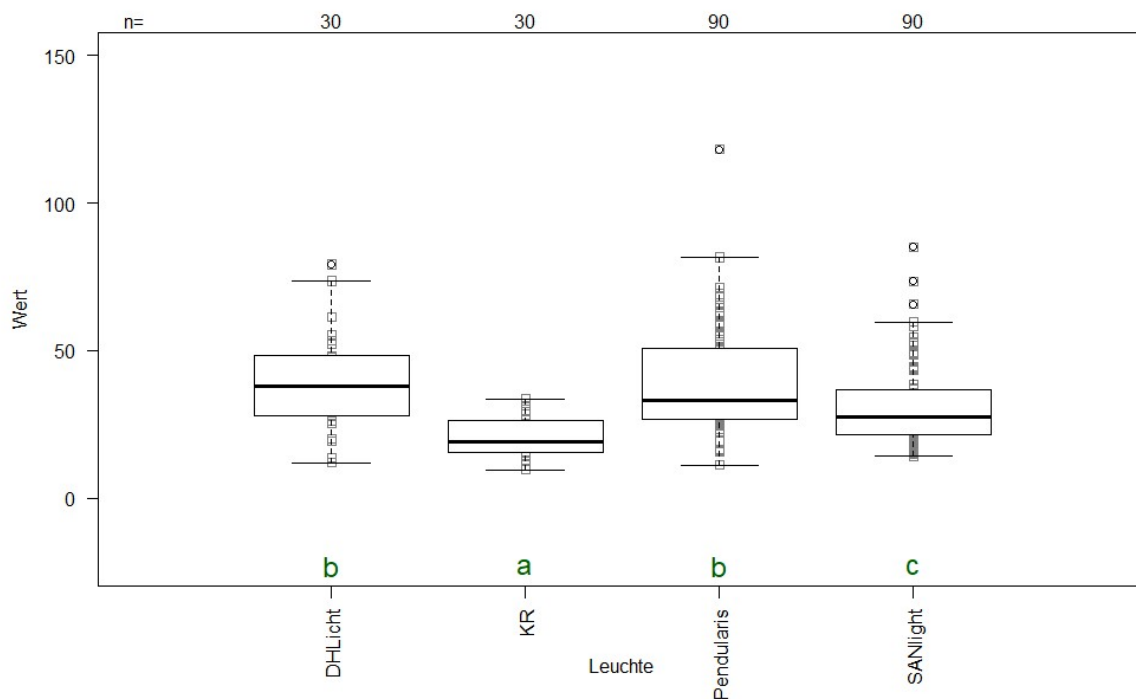


Diagramm 14: VR 1 NBI-Wert der rotlaubigen Blätter.

Signifikante Unterschiede zwischen den LED-Leuchten und der KR (p -Wert = $1.58e-09$), Ähnlichkeiten zwischen DHLicht und Pendularis. n = Anzahl Datensätze

4.2.3 Versuchsreihe 1 - Frisch- und Trockensubstanz

Eine Übersicht zu den Frisch- und Trockensubstanzen (FS und TS) der Versuchsreihe 1 sind im Diagramm 15 und Diagramm 16 dargestellt. Sie sind unterteilt in Blätter und Spross grünlaubig, Wurzeln grünlaubig, Blätter und Spross rotlaubig sowie Wurzeln rotlaubig. Das Gewicht der einzelnen Rubriken befindet sich über den Balken (Angaben in Gramm). Für Vergleiche eignen sich jeweils nur die grünlaubigen Frisch- bzw. Trockensubstanzen oder die rotlaubigen Frisch- bzw. Trockensubstanzen. Die Rohdaten inklusive die Berechnungen der Vergleichsfaktoren befinden sich im Anhang 7.

Das Diagramm 15 zeigt eine deutliche Tendenz zu einer grösseren FS grünlaubig der SANlight und DHLicht. Bei einem Vergleich des arithmetischen Mittels der einzelnen Rubriken fällt auf, dass die DHLicht im Vergleich zur Pendularis zwei- bis dreimal so viel FS aufbringt. Die Unterschiede der Faktoren können demnach als gross bis sehr gross eingestuft werden. Auch bei der SANlight bewegt sich der Faktor zwischen zwei und drei, was wiederum als grosser bis sehr grosser Unterschied einzustufen ist. Einzig die Kontrollreihe zeigt geringe bis mittlere Unterschiede zur Pendularis auf. Hier schwankt der Vergleichsfaktor zwischen eins und zwei. Tendenziell weisen die Frischsubstanzen der Pendularis und der KR keinen bis einen mittleren Unterschied auf.

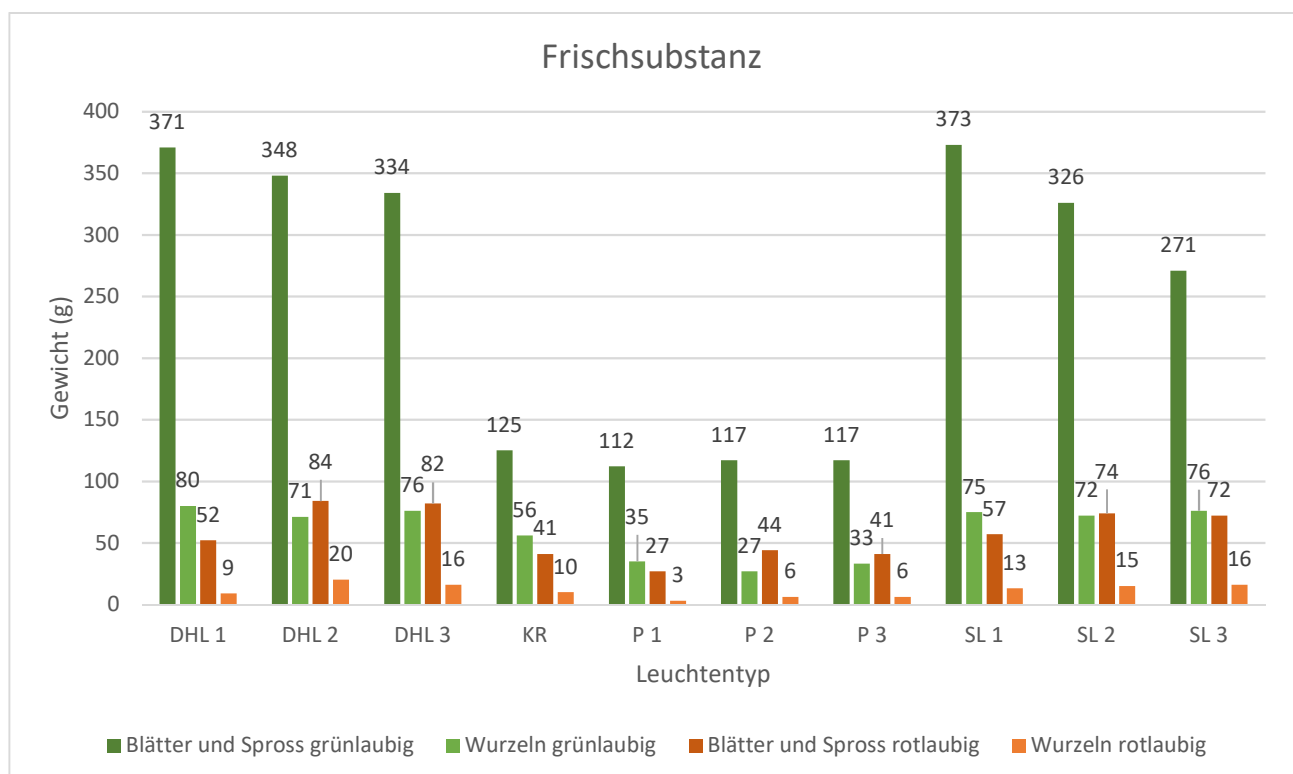


Diagramm 15: VR 1 Frischsubstanz.

Unterteilt in Blätter und Spross grün- und rotlaubig, sowie Wurzeln grün- und rotlaubig. Angaben des Gewichts jeweils über den Balken in Gramm. Pendularis (P1-P3), SANlight (SL1-SL3), DHLicht (DHL1-DHL3), Kontrollreihe (KR)

Das Diagramm 16 zeigt auch eine deutliche Tendenz zu einer grösseren grünlaubigen FS der SANlight und der DHLicht. Sämtliche TS der SANlight und DHLicht liegen in einem Faktorbereich von zwei bis über sechs. Die TS beider Leuchten weisen somit einen grossen bis sehr grossen Unterschied zur Pendularis auf. Bei der Kontrollreihe ist der Vergleichsfaktor nicht ganz so hoch. Die grünlaubige TS von Wurzel, sowie Blättern und Spross liegt bei 1.39 und bei 1.5. Es bestehen somit nur geringe Unterschiede. Die Unterschiede zwischen der rotlaubigen TS von Blättern und Spross und Wurzeln zwischen der Pendularis und der KR sind jedoch wieder gross bis sehr gross.

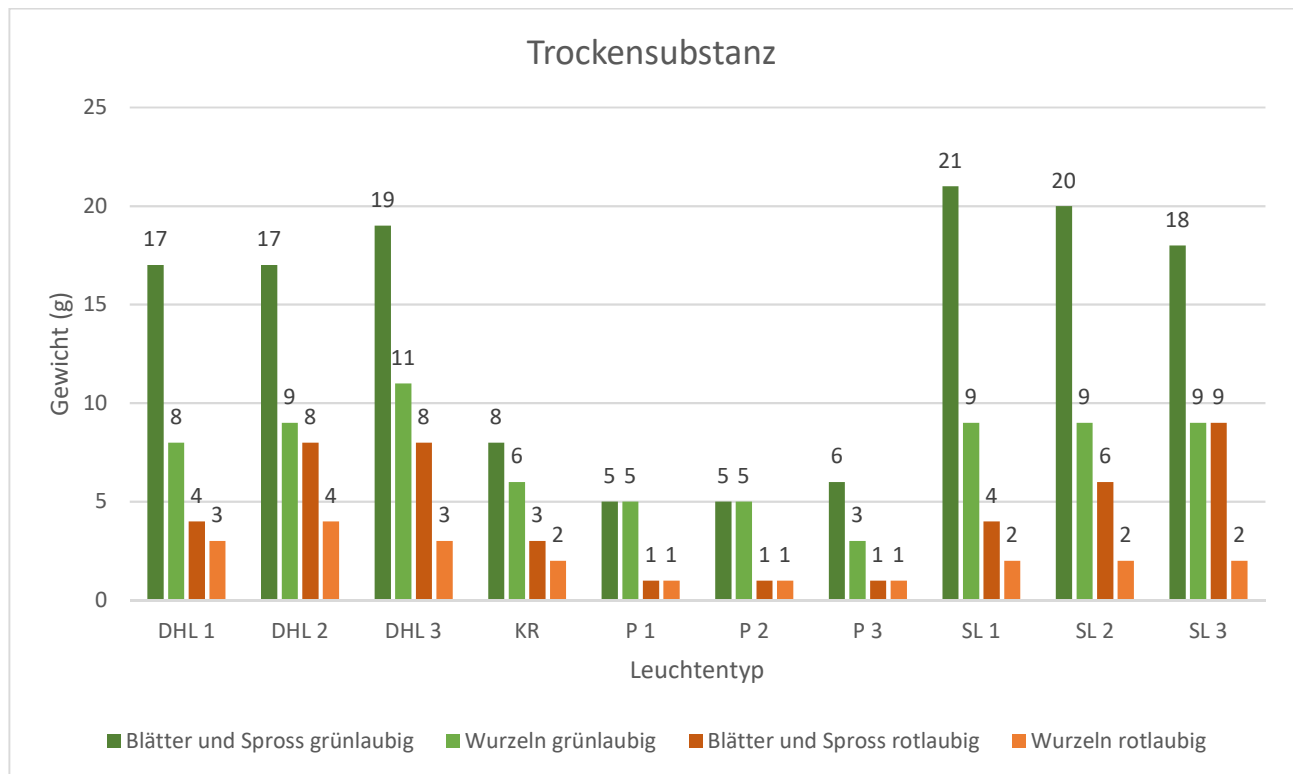


Diagramm 16: VR 1 Trockensubstanz.

Unterteilt in Blätter und Spross grün- und rotlaubig sowie Wurzeln grün- und rotlaubig. Angaben des Gewichts jeweils über den Balken in Gramm. Pendularis (P1-P3), SANlight (SL1-SL3), DHLicht (DHL1-DHL3, Kontrollreihe (KR))

4.2.4 Versuchsreihe 2 – Längenwachstum

Verwendet wurden die Daten der Endwerte aus der Kalenderwoche 25. Das Diagramm 17 zeigt das Längenwachstum der Versuchsreihe 2. Rein visuell betrachtet scheinen sich die Leuchten und die KR im Vergleich zur Versuchsreihe 1 eher zu gleichen. Die Mediane bewegen sich hier bei allen um die zehn Zentimeter. Jedoch zeigt der p-Wert von 1.17×10^{-8} auch hier signifikante Unterschiede beim Längenwachstum zwischen den Leuchten und der KR. Der Post-hoc-Test stuft den Median des Längenwachstums der SANlight am geringsten ein. Gefolgt von der DHLicht und der Pendularis, bei der das grösste Längenwachstum zu verzeichnen ist. Die KR weist Ähnlichkeiten mit der DHLicht und der SANlight auf. Das Diagramm 18 zeigt eine Übersicht zu den Wachstumslängen aller LED-Leuchten und der KR der Versuchsreihe zwei, unterteilt in die drei Messreihen.

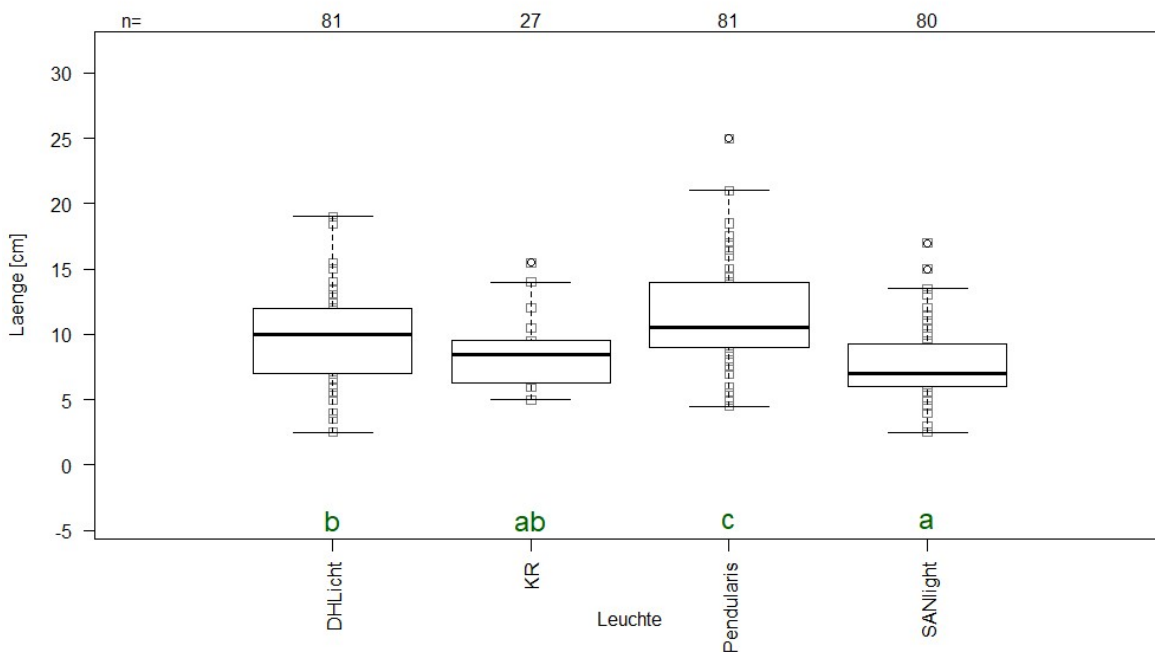


Diagramm 17: VR 2 Längenwachstum.

Boxplot inkl. Post-hoc-Test der Leuchten und der Kontrollreihe (KR). Signifikante Unterschiede zwischen allen Leuchten und der KR (p -Wert = 1.117×10^{-8}), Ähnlichkeiten zwischen der KR und SANlight sowie zwischen der KR und DHLicht. n = Anzahl Datensätze

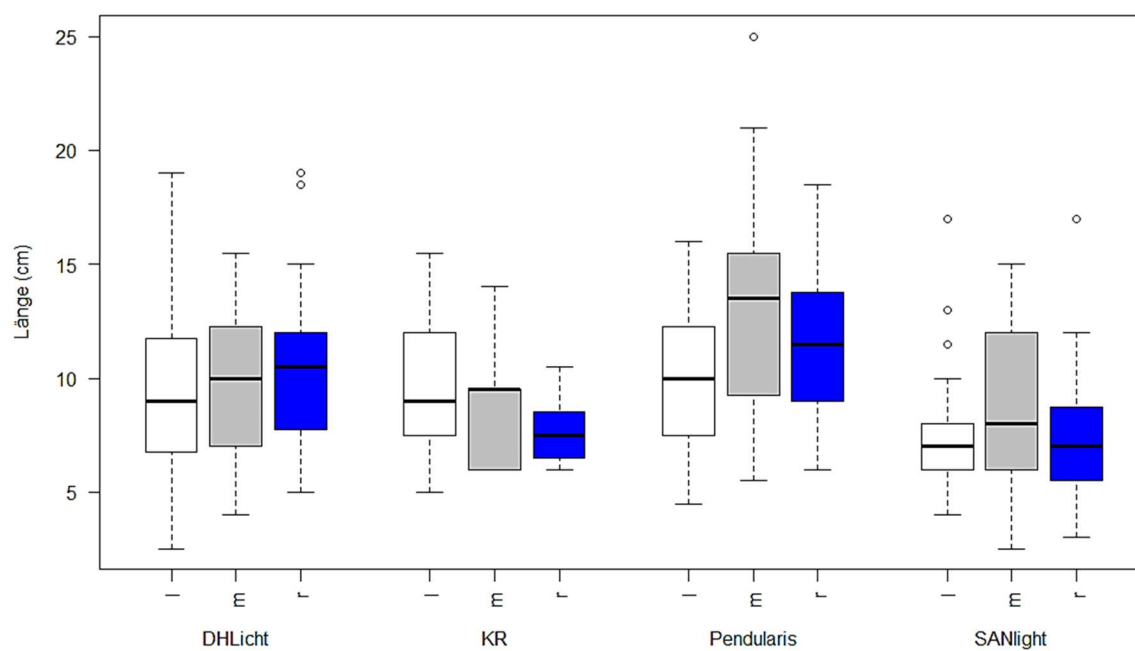


Diagramm 18: VR 2 Längenwachstum.

Boxplot aller Leuchten und der Kontrollreihe, unterteilt in die jeweiligen Messreihen links (l), Mitte (m) und rechts (r).

Auch bei der Versuchsreihe 2 wurde auf Unterschiede zwischen den Messreihen links (l), Mitte (m) und rechts (r) der einzelnen Leuchten und der KR getestet. Alle drei Messreihen der DHLicht (Diagramm 19), der KR (Diagramm 20), der Pendularis (Diagramm 21) und der SANlight (Diagramm 22) unterscheiden sich laut Kruskal-Wallis-Test nicht signifikant voneinander. Auch mit dem Post-hoc-Test lassen sich keine Unterschiede aufzeigen. Die Nullhypothese der Pendularis wird mit einem p-Wert von 0.0997 jedoch nur knapp verworfen. Rein visuell betrachtet ist eine Tendenz zu einem höheren Längenwachstum bei der mittleren Reihe ersichtlich.

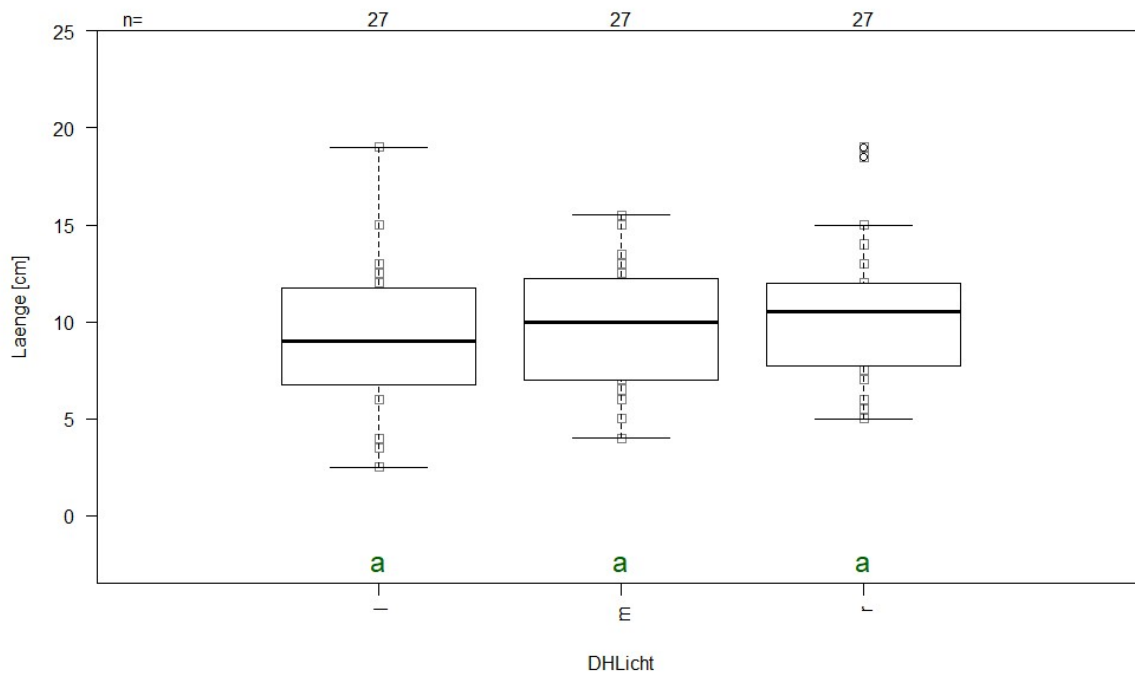


Diagramm 19: VR 2 Längenwachstum DHLicht.

Boxplot inkl. Post-hoc-Test. Keine signifikanten Unterschiede zwischen den Messreihen (p-Wert = 0.655) links (l), Mitte (m) und rechts (r). n = Anzahl Datensätze

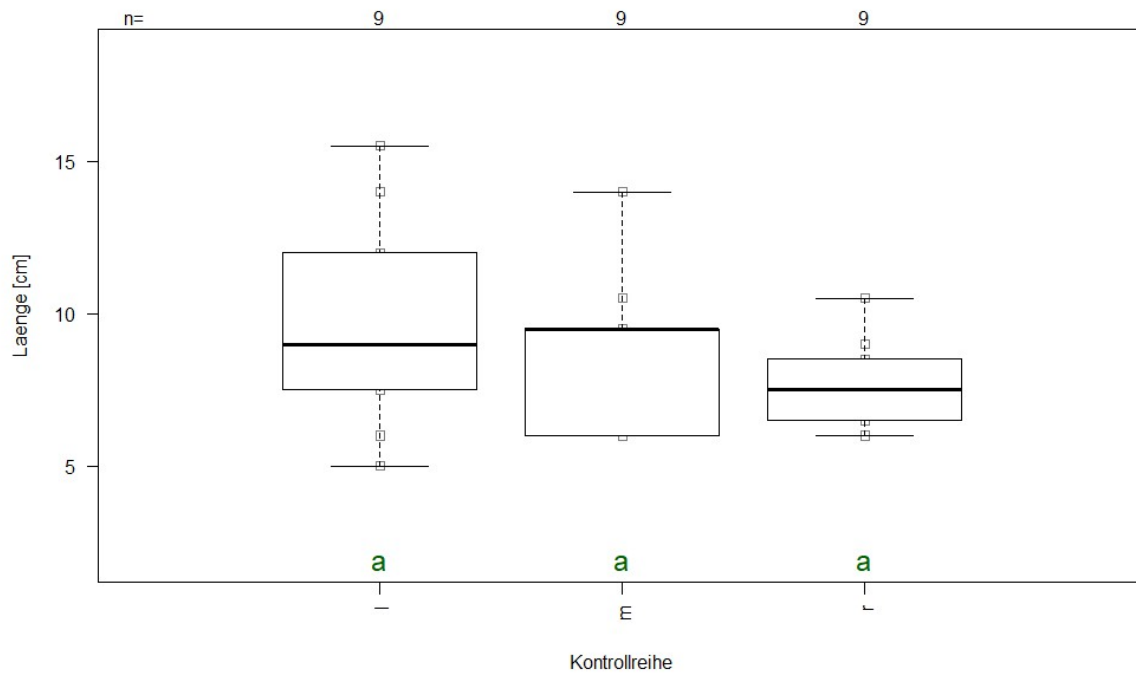


Diagramm 20: VR 2 Längenwachstum Kontrollreihe.

Boxplot inkl. Post-hoc-Test. Keine signifikanten Unterschiede zwischen den Messreihen (p-Wert = 0.432) links (l), Mitte (m) und rechts (r). n = Anzahl Datensätze

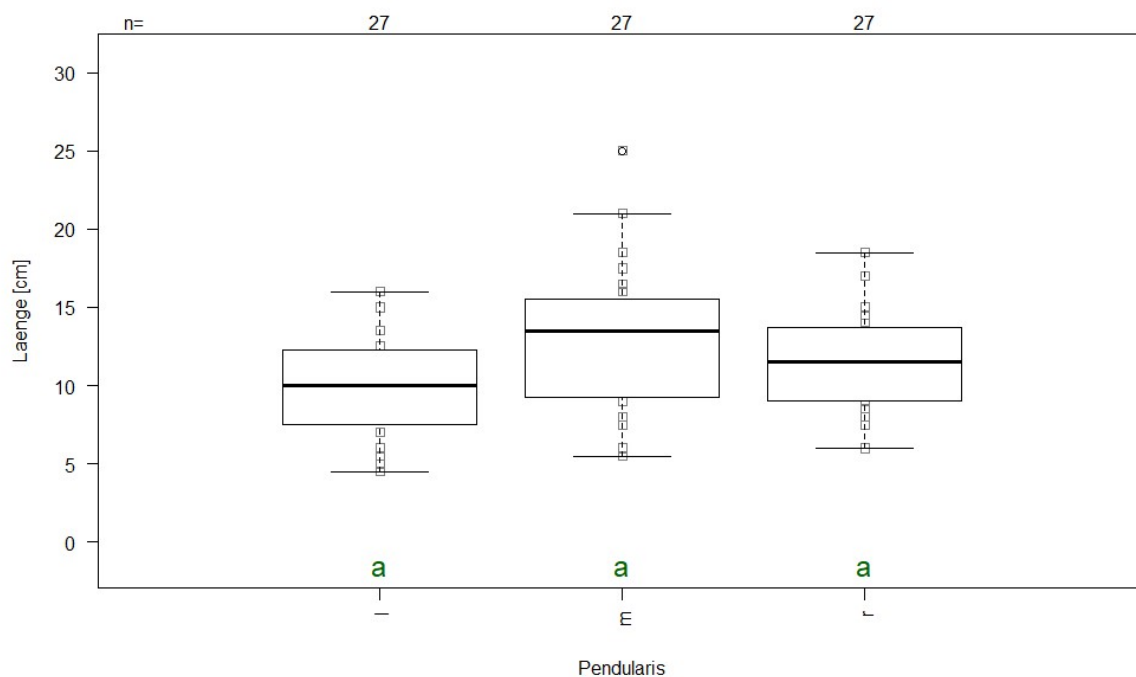


Diagramm 21: VR 2 Längenwachstum Pendularis.

Boxplot inkl. Post-hoc-Test. Keine signifikanten Unterschiede zwischen den Messreihen links (l), Mitte (m) und rechts (r), bei einem p-Wert von 0.0997 wird die Nullhypothese jedoch nur knapp verworfen. n = Anzahl Datensätze

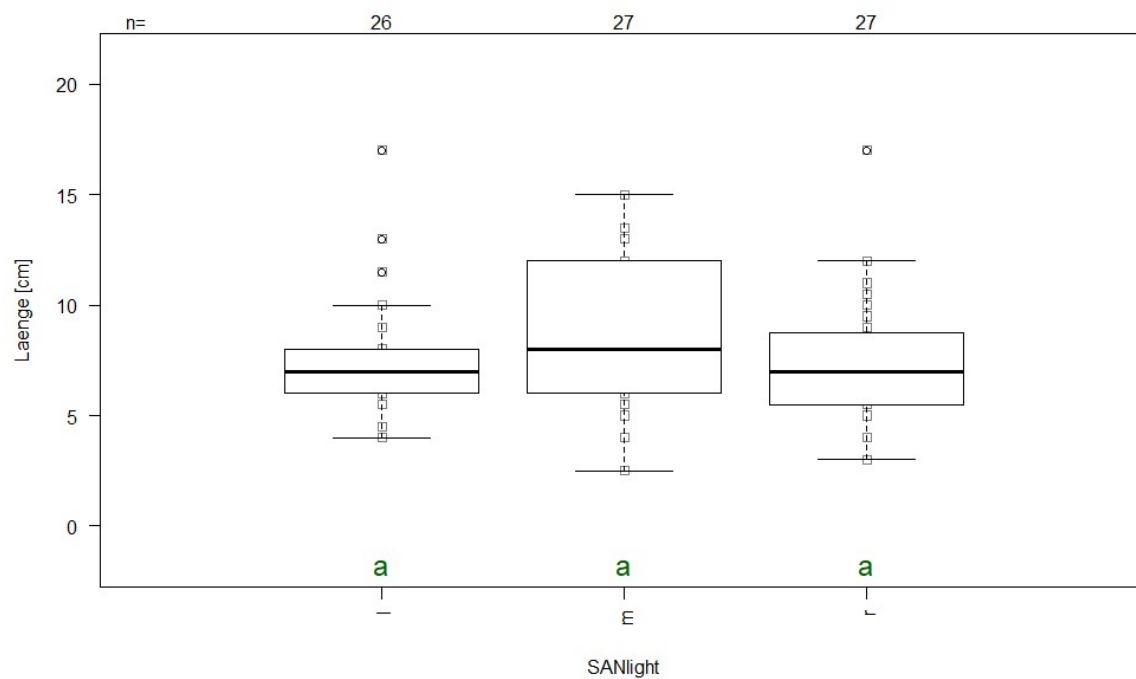


Diagramm 22: VR 2 Längenwachstum SANlight.

Boxplot inkl. Post-hoc-Test. Keine signifikanten Unterschiede zwischen den Messreihen (p -Wert = 0.215) links (l), Mitte (m) und rechts (r). n = Anzahl Datensätze

4.2.5 Versuchsreihe 2 – Blattinhaltsstoffe

Wie in der Versuchsreihe 1 weisen auch die Konzentrationen der Blattinhaltsstoffe der Versuchsreihe 2 bei allen Leuchten und bei der KR signifikante Unterschiede auf (siehe p-Werte der Tabelle 13 und Tabelle 14). Eine Übersicht der Post-hoc-Tests und der p-Werte der grünlaubigen Pflanzen befindet sich in der Tabelle 13. Die Übersicht zu den rotlaubigen Pflanzen kann der Tabelle 14 entnommen werden. Wie schon in der Versuchsreihe eins sind auch in der Versuchsreihe zwei sämtliche Blattinhaltsstoffe der grün- und rotlaubigen KR am geringsten. Wiederum gefolgt von der Pendularis an zweiter Stelle und der SANlight an dritter. Die DHLicht weist bei den grünlaubigen Pflanzen in allen Kategorien, ausser beim Anthocyangehalt, Ähnlichkeiten mit der KR auf. Bei den rotlaubigen Pflanzen ähneln sich die SANlight und die KR im Flavonoid- und Anthocyangehalt, die DHLicht und die KR hingegen beim NBI-Wert. Beim Betrachten der Boxplots fällt auf, dass der Chlorophyllgehalt und der NBI-Wert der rot- und grünlaubigen Blätter bei der Pendularis am höchsten und der Flavonoid- und Anthocyangehalt am tiefsten sind. Die Chlorophyllgehalte sind im Diagramm 23 und Diagramm 24, die Flavonoidgehalte im Diagramm 25 und Diagramm 26, die Anthocyangehalte im Diagramm 27 und Diagramm 28 und die NBI-Werte im Diagramm 29 und Diagramm 30 aufgezeigt.

Tabelle 13: VR 2 Blattinhaltsstoffe grünlaubig.

Übersicht des Post-hoc-Tests und der p-Werte, signifikante Unterschiede zwischen allen Leuchten und der Kontrollreihe, teilweise Ähnlichkeiten zwischen der KR und DHLicht.

	DHLicht	Kontrollreihe	Pendularis	SANlight	p-Wert
Chlorophyll	a	a	b	c	1.7e-46
Flavonoid	a	a	b	c	1.36e-38
Anthocyan	d	a	b	c	2.61e-38
NBI	a	a	b	c	5.94e-41

Tabelle 14: VR 2 Blattinhaltsstoffe rotlaubig.

Übersicht des Post-hoc-Tests und der p-Werte, signifikante Unterschiede zwischen allen Leuchten und der Kontrollreihe, teilweise Ähnlichkeiten zwischen SANlight und DHLicht.

	DHLicht	Kontrollreihe	Pendularis	SANlight	p-Wert
Chlorophyll	d	a	b	c	2.39e-40
Flavonoid	c	a	b	a	1.95e-14
Anthocyan	c	a	b	a	2.94e-35
NBI	a	a	b	c	4.97e-37

Chlorophyll:

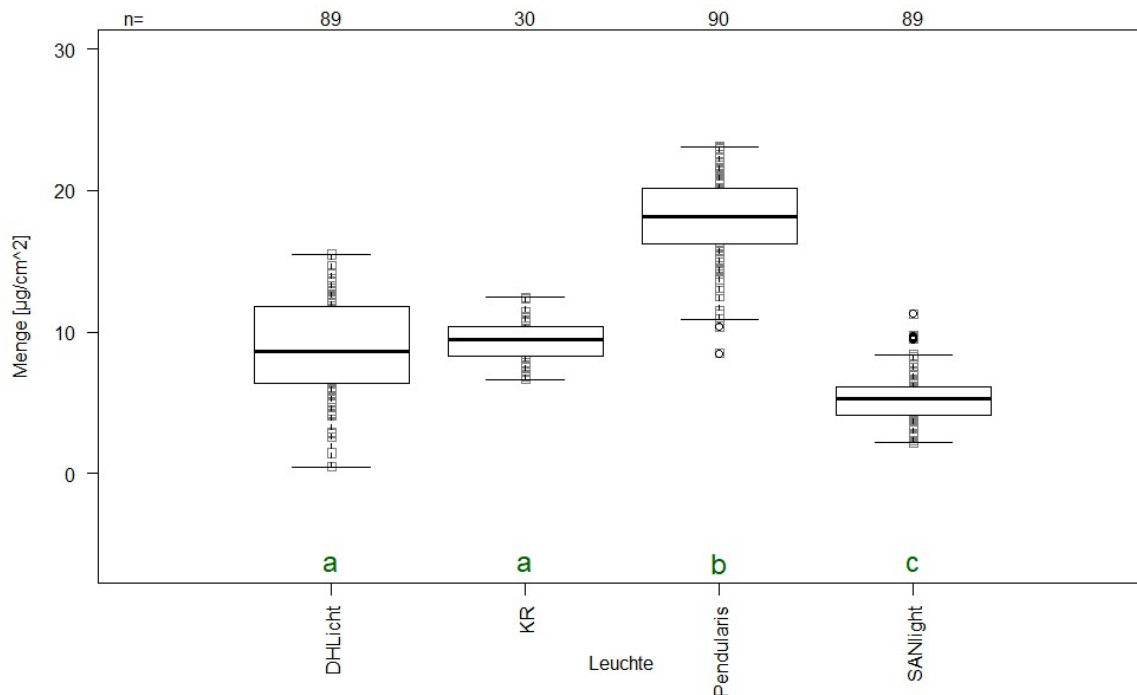


Diagramm 23: VR 2 Chlorophyllgehalt der grünlaubigen Blätter.

Signifikante Unterschiede zwischen den LED-Leuchten und der KR (p -Wert = $1.7e-46$), Ähnlichkeiten zwischen der KR und DHLicht. n = Anzahl Datensätze

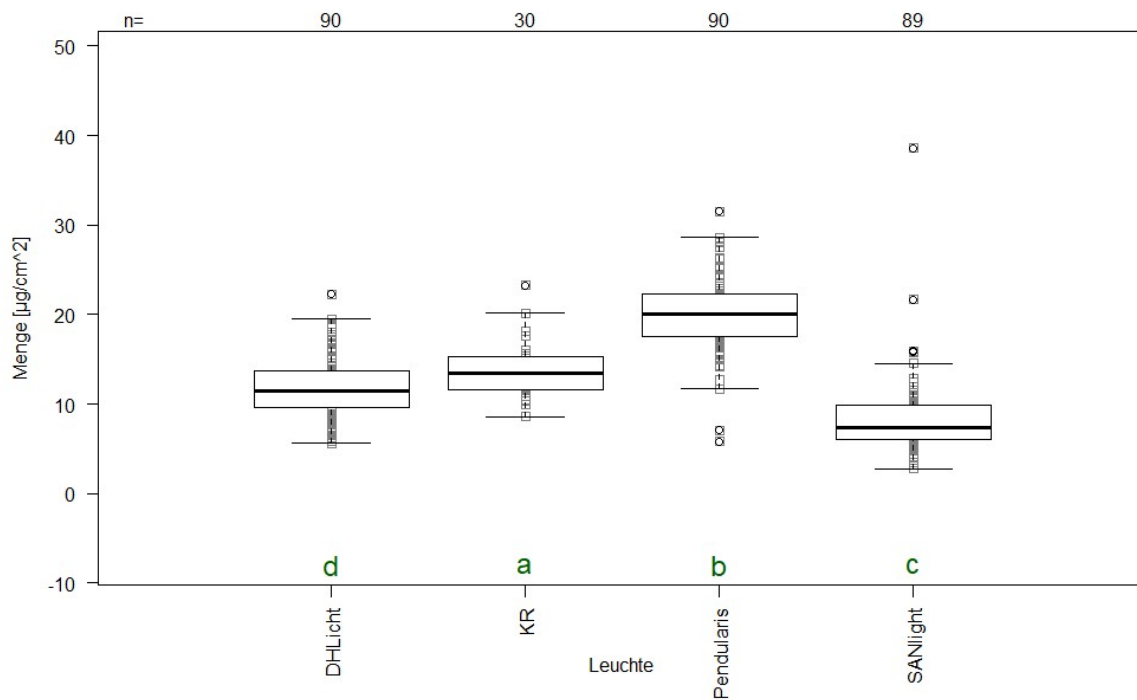


Diagramm 24: VR 2 Chlorophyllgehalt der rotlaubigen Blätter.

Signifikante Unterschiede zwischen den LED-Leuchten und der KR (p -Wert = $2.39e-40$). n = Anzahl Datensätze

Flavonoid:

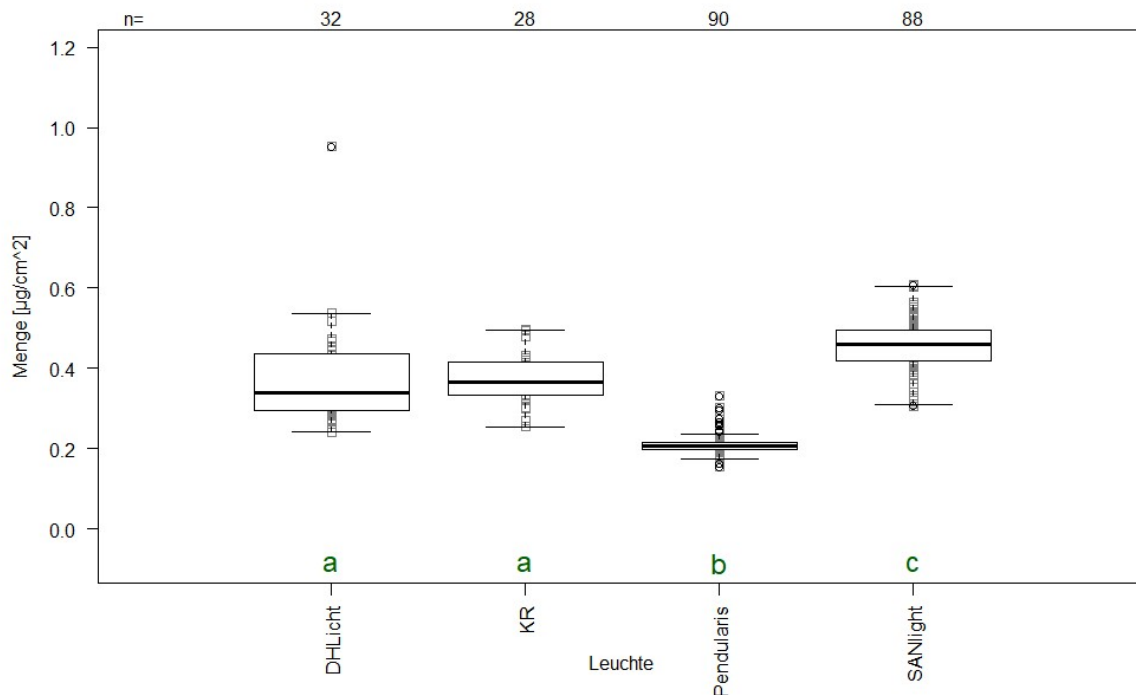


Diagramm 25: VR 2 Flavonoidgehalt der grünlaubigen Blätter.

Signifikante Unterschiede zwischen den LED-Leuchten und der KR (p -Wert = $1.36e-38$), Ähnlichkeiten zwischen der KR und DHLicht. n = Anzahl Datensätze

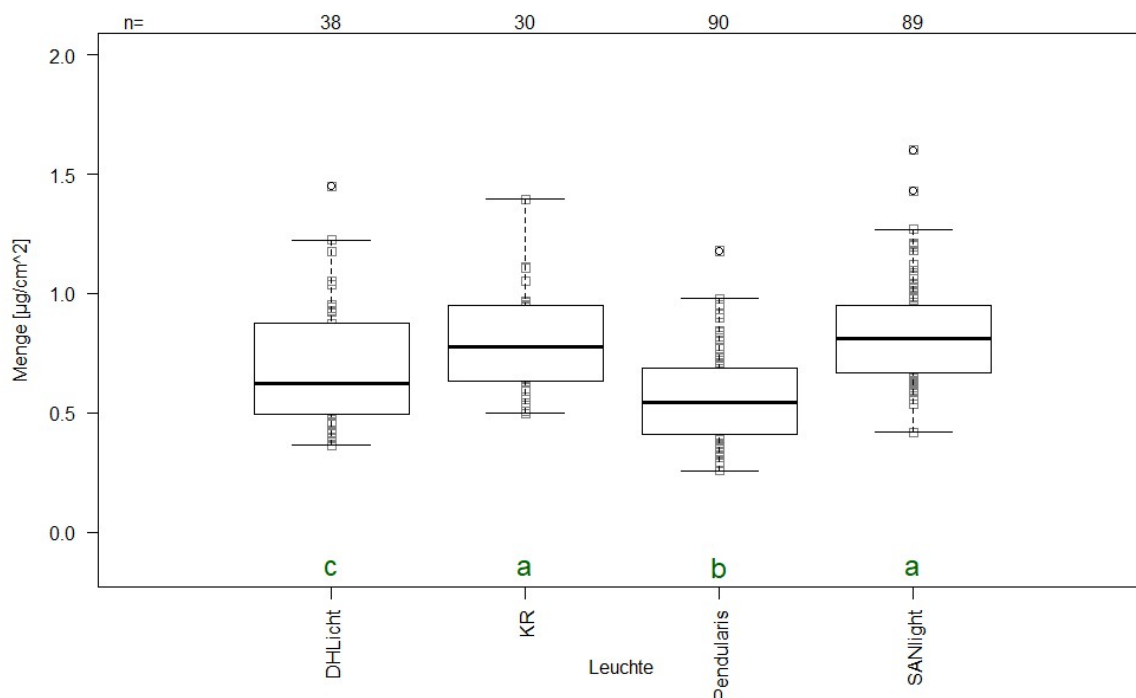


Diagramm 26: VR 2 Flavonoidgehalt der rotlaubigen Blätter.

Signifikante Unterschiede zwischen den LED-Leuchten und der KR (p -Wert = $1.95e-14$), Ähnlichkeiten zwischen der KR und SANlight. n = Anzahl Datensätze

Anthocyan:

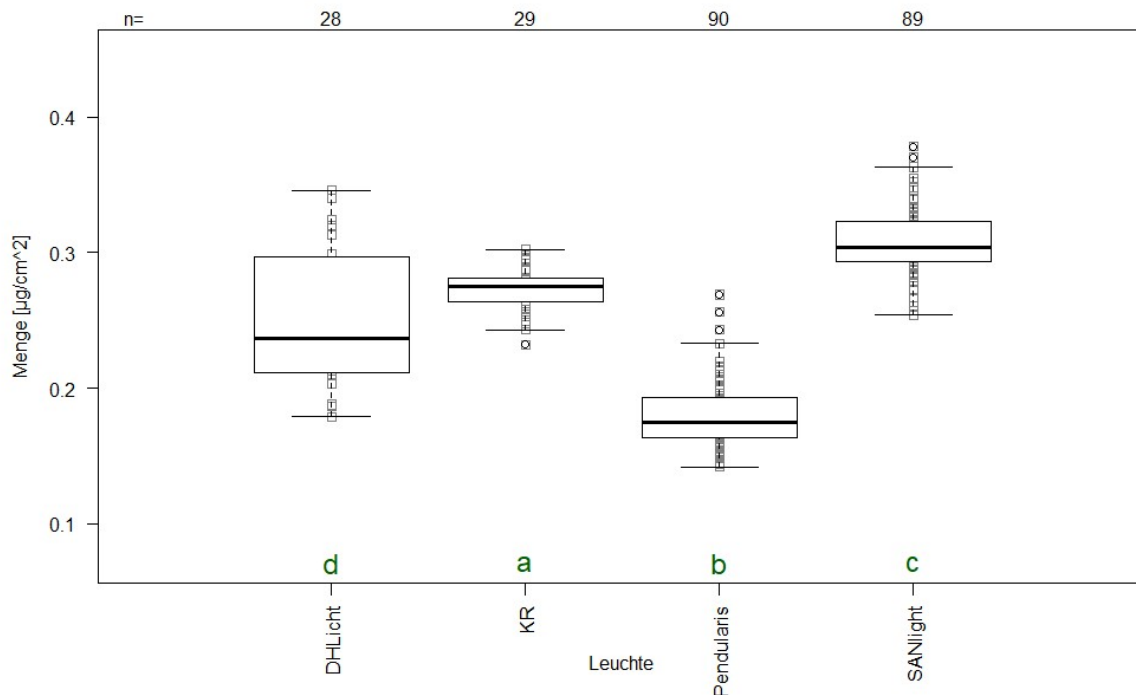


Diagramm 27: VR 2 Anthocyan Gehalt der grünlaubigen Blätter.

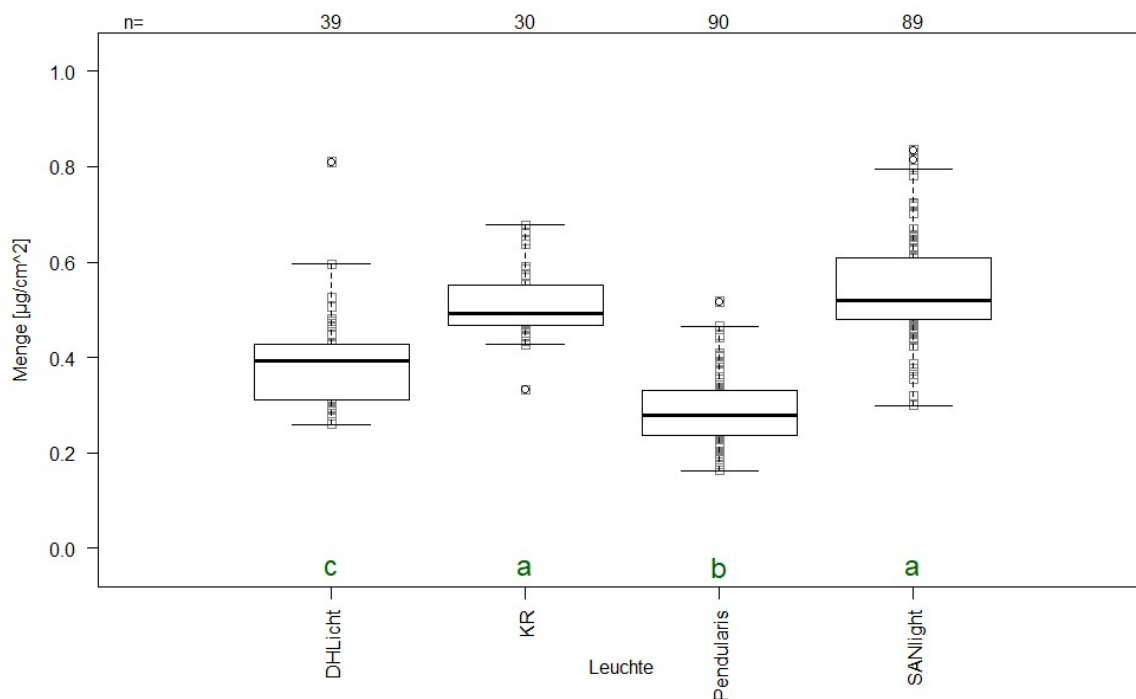
Signifikante Unterschiede zwischen den LED-Leuchten und der KR (p -Wert = $2.61e-38$). n = Anzahl Datensätze

Diagramm 28: VR 2 Anthocyan Gehalt der rotlaubigen Blätter.

Signifikante Unterschiede zwischen den LED-Leuchten und der KR (p -Wert = $2.94e-35$), Ähnlichkeiten zwischen der KR und SANlight. n = Anzahl Datensätze

NBI:

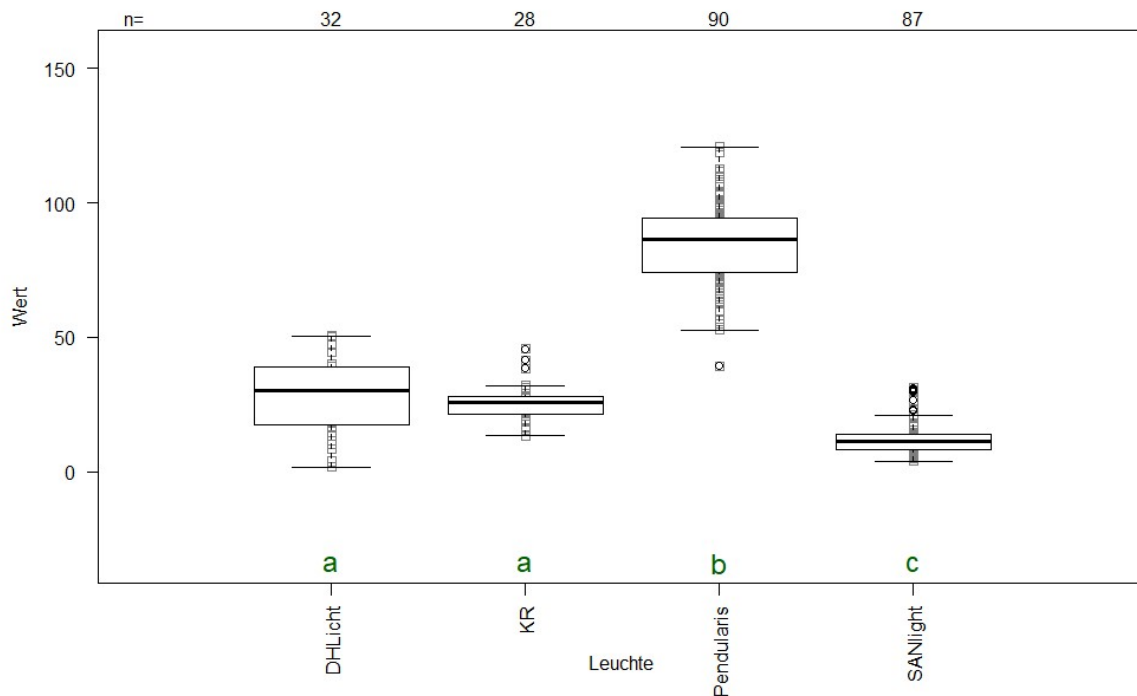


Diagramm 29: VR 2 NBI-Wert der grünlaubigen Blätter.

Signifikante Unterschiede zwischen den LED-Leuchten und der KR (p -Wert = $5.94e-41$), Ähnlichkeiten zwischen der KR und DHLicht. n = Anzahl Datensätze

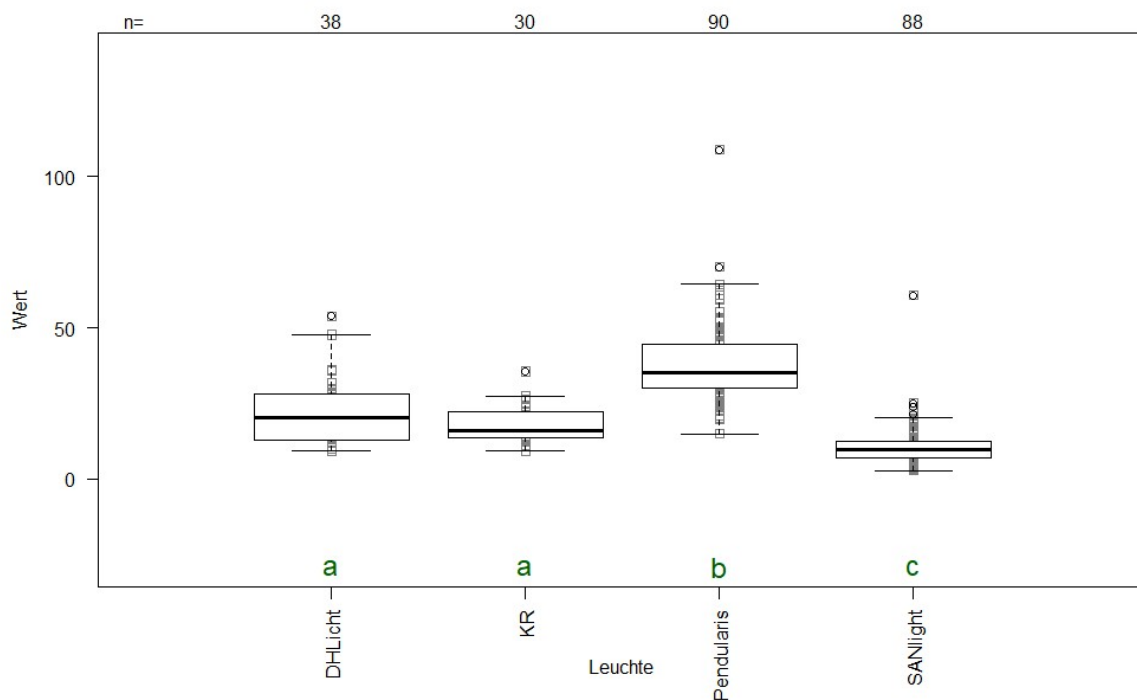


Diagramm 30: VR 2 NBI-Wert der rotlaubigen Blätter.

Signifikante Unterschiede zwischen den LED-Leuchten und der KR (p -Wert = $4.97e-37$), Ähnlichkeiten zwischen der KR und DHLicht. n = Anzahl Datensätze

4.2.6 Versuchsreihe 2 – Frisch- und Trockensubstanz

Im Diagramm 31 und Diagramm 32 sind die Werte zu den Gewichtsmessungen der Frisch- und Trockensubstanzen der Versuchsreihe 2 ersichtlich. Die Erhebungen erfolgten wie schon in der Versuchsreihe 1 pro Leuchte und Leuchtentyp bzw. KR. Auch hier lassen sich aufgrund der unterschiedlichen Anzahl Pflanzen nur jeweils die grün- und rotlaubige Substanz untereinander vergleichen. Die Rohdaten inklusive die Berechnungen der Vergleichsfaktoren befinden sich im Anhang 7.

Die gemessene Frischsubstanz der Versuchsreihe 2 ist im Vergleich zur Versuchsreihe 1 nicht mehr ganz so unterschiedlich. Im Diagramm 31 ist ersichtlich, dass sich das Gewicht der grünlaubigen FS tendenziell auf dem gleichen Niveau bewegt. Die Gegenüberstellung der arithmetischen Mittel zeigt auf, dass das Gewicht von Blättern und Spross der DHLicht, SANlight und KR maximal eineinhalb Mal so viel aufbringt wie das der Pendularis. Bei den Wurzeln hingegen ist der Unterschied zwischen den Gewichten mit einem Faktor von bis zu 2.8 bei der SANlight und 2.19 bei der DHLicht wiederum gross. Nur die KR weist durchwegs eine Analogie zu den Gewichten der FS der Pendularis auf.

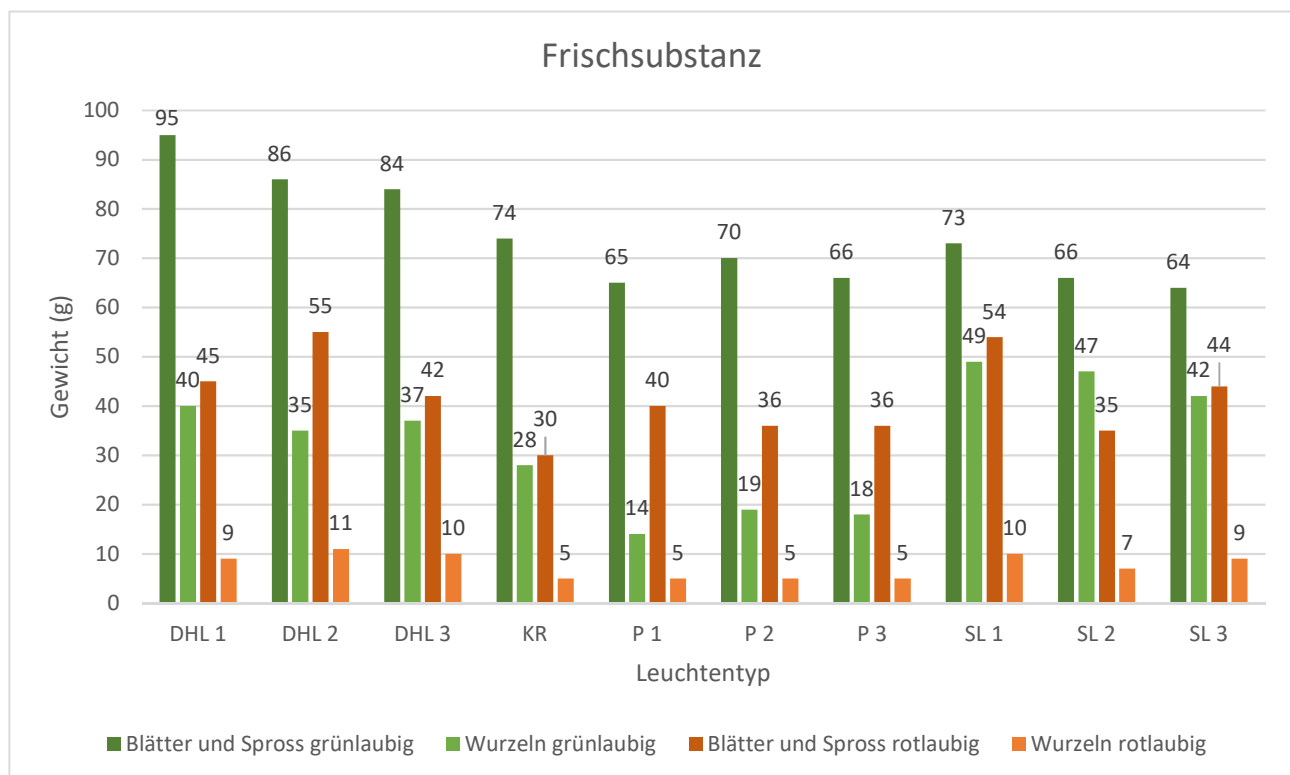


Diagramm 31: VR 2 Frischsubstanz.

Unterteilt in Blätter und Spross grün- und rotlaubig sowie Wurzeln grün- und rotlaubig. Angaben des Gewichts jeweils über den Balken in Gramm. Pendularis (P1-P3), SANlight (SL1-SL3), DHLicht (DHL1-DHL3, Kontrollreihe (KR))

Das Diagramm 32 zeigt das Trockensubstrat der Versuchsreihe 2. Auf den ersten Blick scheinen sich sämtliche TS nur bedingt zu unterscheiden. Auch ein Vergleich der arithmetischen Mittel bestätigt diese Tendenz. Die TS grünlaubig der SANlight unterscheidet sich mit einem Faktor von 1.11 von der TS der Pendularis nur gering. Auch die Unterschiede zwischen DHLicht und KR sind mit den Faktoren von 1.47 und 1.38 als gering einzustufen. Das rotlaubige TS von Blättern und Spross weisen einen mittleren Unterschied auf. Die Faktoren bewegen sich von 1.5 bei der SANlight und KR bis 1.87 bei der DHLicht. Auch die TS der grünlaubigen Wurzeln zeigen mit den Faktoren von 2 bei der DHLicht und KR nur einen geringen Unterschied zu der Pendularis. Der Unterschied von SANlight zur Pendularis muss hingegen mit einem Faktor von 3 als sehr gross eingestuft werden. Ganz anders sieht es wieder bei der rotlaubigen TS der Wurzeln aus. Hier weisen die DHLicht und die SANlight keinen Unterschied zur Pendularis auf, die KR jedoch einen mittleren. Allerdings lässt sich hier wegen der unregelmässigen Faktoren innerhalb der Leuchten und der KR keine klare Tendenz ablesen.

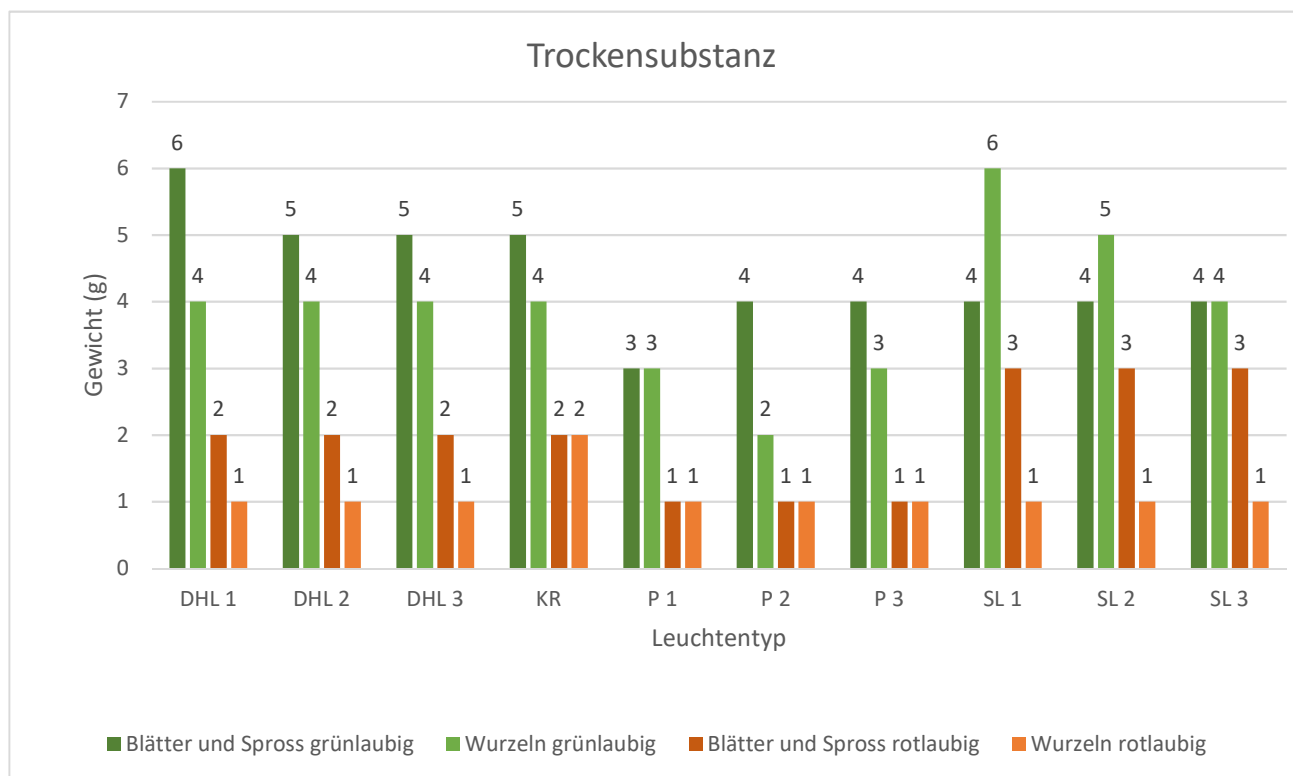


Diagramm 32: VR 2 Trockensubstanz.

Unterteilt in Blätter und Spross grün- und rotlaubig, sowie Wurzeln grün- und rotlaubig. Angaben des Gewichts jeweils über den Balken in Gramm. Pendularis (P1-P3), SANlight (SL1-SL3), DHLicht (DHL1-DHL3, Kontrollreihe (KR))

5 Diskussion

Die Wahrnehmung von Licht durch Menschen und Pflanzen kann unterschiedlicher nicht sein. Die menschliche Lichtwahrnehmung wird über die Beleuchtungsstärke Lux (lm/m^2) definiert und widerspiegelt ein reines, auf das menschliche Auge angepasstes Helligkeitsempfinden. Zusammen mit dem CRI und der Farbtemperatur einer Lichtquelle werden Räume entsprechend ihrer Nutzung beleuchtet (siehe Tabelle 1, S. 13). Die pflanzliche Lichtnutzung definiert sich hingegen über die PAR einer Lichtquelle, welche am besten in der Einheit PPFD in $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ angegeben wird. Die PPFD beschreibt die effektiv ankommende Photonenstromdichte aller Wellenlängen einer Lichtquelle auf der Pflanze. Die PAR kann aber auch in der Einheit PPF ($\mu\text{mol/s}$) angegeben werden, welche wiederum nur den ausgehenden Photonenfluss einer Lichtquelle angibt. Je nachdem können beide Einheiten wichtig sein, um ein geeignetes Beleuchtungssystem für eine Innenraumbegrünung zu definieren. Eine Verwechslung der beiden kann negative Auswirkungen auf das pflanzliche Belichtungskonzept haben und sollte unbedingt vermieden werden. Zudem ist bei PPFD-Angaben einer Pflanzenleuchte darauf zu achten, die Angaben immer in Bezug zum Messabstand zu setzen, da es ein Unterschied ist, ob $30 \mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ mit einem Abstand von 10 cm oder 100 cm gemessen werden.

Für die optimale Nutzung von Beleuchtungssystemen für die Innenraumbegrünung sind beide Angaben relevant, die der Beleuchtungsstärke und die der PAR. Das eine muss das andere nicht ausschliessen. Jedoch sollten die Einheiten immer in den Kontext zum 'Verbraucher' gesetzt werden. Im Sinn von *«only human use lumen»* oder *«lumen are for human»*.

Studien zum Thema der Beleuchtung von Innenraumbegrünungen verweisen immer wieder auf diese Problematik (Al Horr, et al., 2016) (Chun, Nyuk, Puay, Mirza, & Ling, 2017) (Johkan, Shoji, Goto, Hahida, & Yoshihara, 2012) (Singh, Basu, Meinhardt-Wollweber, & Roth, 2015). Auch Firmen, welche Assimilationsleuchten produzieren und vermarkten, kennen sich, subjektiv gesehen, besser mit der Materie aus (Fluence Bioengineering, Inc., 2017a) (Compare LED Grow Lights, 2017). In Innenbegrünungskreisen wird die Qualität einer Lichtquelle oftmals noch über ihre Lux-Werte definiert. Aber auch das ist eine rein subjektive Einschätzung und sollte genauer untersucht werden. Nichtsdestotrotz fehlt ein Standardwerk für die Praxis der Innenraumbegrünung, in der die Beleuchtung mittels LED-Leuchten genauso gewichtet wird wie zum Beispiel die Planung oder Pflege. Dafür müssten unter anderem Mindestanforderungen für LEDs in der Innenraumbegrünung definiert werden. Es wäre eventuell auch sinnvoll, eine SIA Norm für die Innenraumbegrünung auszuarbeiten. Spannend bleibt auch, inwieweit LEDs in die neuen Innenraumbegrünungsrichtlinien der FLL mit einbezogen werden.

5.1 Messparameter LED-Leuchten

Die Ergebnisse der Messungen werden hier in Bezug zur Lichtqualität und Lichtquantität einander gegenüber gestellt, um die Unterschiede der DHLicht und SANlight zur Pendularis aufzuzeigen. Bei den Vergleichen muss jedoch immer bedacht werden, dass die Pendularis im Innenbegrünungsbereich angewendet wird, die DHLicht sowie die SANlight hingegen als reine Assimilationsbeleuchtung für die Pflanzenproduktion gedacht sind. Desweiteren können anhand der gewählten Messverfahren nur Tendenzen und keine absoluten Werte aufgezeigt werden. Hierfür müsste die PendularisLEDLeuchte unter Laborbedingungen fachlich ausgemessen werden, zum Beispiel von der METAS Bern (2016), dem Eidgenössischen Institut für Metrologie.

5.1.1 Spektralverteilung

Bei einer Gegenüberstellung der Spektralverteilungen der Pendularis zu denen der DHLicht und der SANlight ergibt sich einerseits bei den Intensitäten der einzelnen Spektralbereiche ein sehr unterschiedliches Bild und andererseits auch bei der spektralen Breite. Für den Vergleich wurden die jeweiligen Spektren der Leuchten aus den Kapiteln 4.1.1, 4.1.2 und 4.1.3. übereinander gelagert.

Die Intensitäten der Pendularis sind in allen Bereichen sehr hoch. Auch im Vergleich zueinander sind sie ähnlich intensiv und können als so gut wie gleichwertig betrachtet werden (Abbildung 15). Besonders die für das pflanzliche Wachstum so wichtigen Blau- und Rotanteile sind auffallend ausgeprägt. Der Rotanteil bewegt sich sogar weit bis in den Dunkelrotbereich hinein. Die spektrale Breite der Pendularis reicht von circa 350 bis 850 nm. Nach Zhen & van Iersel (2017) können Wellenlängen von über 685 nm die photosynthetische Leistungsfähigkeit des kurzwelligen blauen Lichtes vergrössern und somit die allgemeine Photosyntheserate erhöhen. Bei der DHLicht zeigt sich jedoch ein anderes Bild (Abbildung 16). Die allgemeine Intensität ist im Vergleich zur Pendularis eher gering. Die Blau- und Rotanteile der DHLicht Spektralverteilung sind zwar deutlich höher als der Grüngelbbereich, aber im Verhältnis zueinander überwiegt der Hellrotanteil. Bei dem Blauanteil erreicht sie knapp einen Drittel von dem der Pendularis. Der Spektralbereich der DHLicht reicht von circa 410 bis 770 nm und ist somit geringer als derjenige der Pendularis. Die Spektralverteilung der SANlight ist, wie die der Pendularis, in allen Bereichen sehr ausgeprägt und fast gleichmässig verteilt (Abbildung 17). Auch hier ist der Grüngelbbereich bei der Messung zwischen zwei Diodenflächen respektive Dioden ausgeprägter als unterhalb einer Diodenfläche respektive Diode. Jedoch fällt auch hier der Dunkelrotbereich eher gering aus, wohingegen der Grüngelbbereich intensiver ist. Die Spektralbreite der SANlight bewegt sich von circa 400 bis 760 nm und ist somit geringer als die der Pendularis.

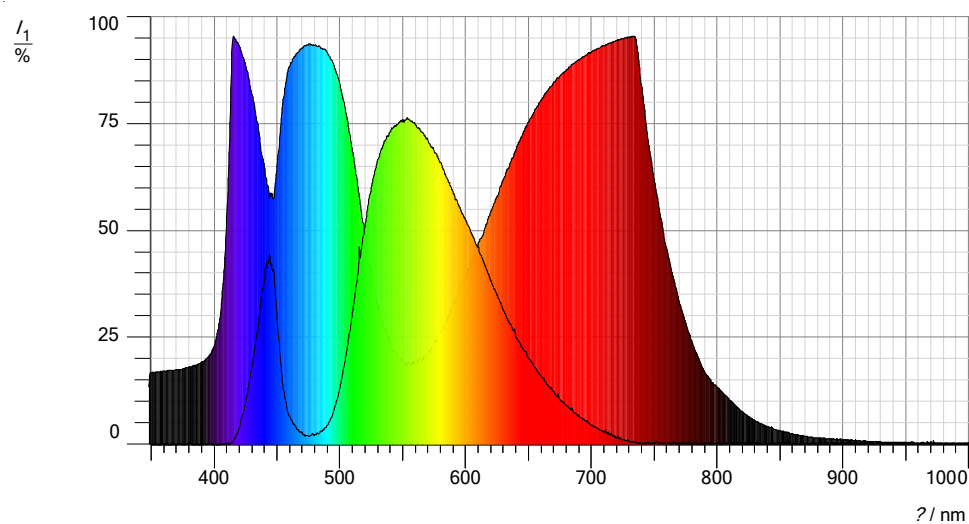


Abbildung 15: Spektralverteilung Pendularis

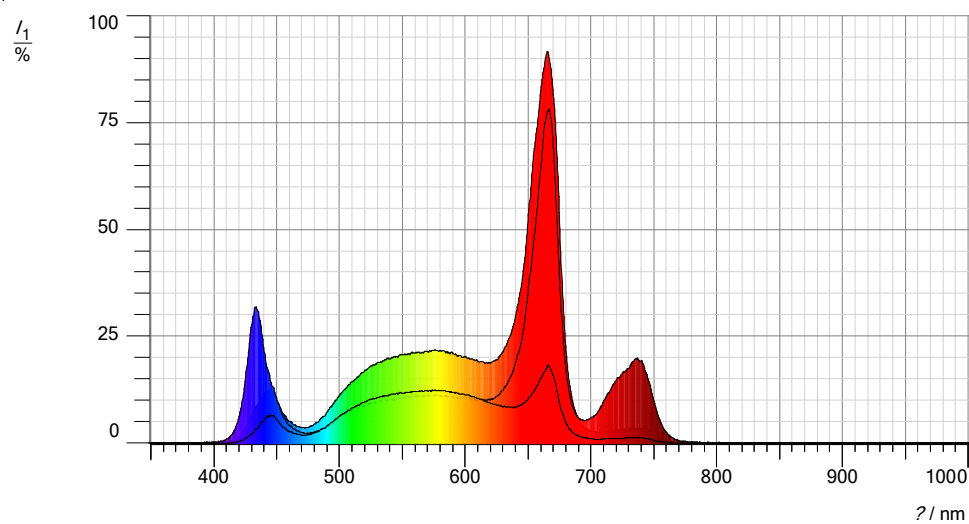


Abbildung 16: Spektralverteilung DHLicht

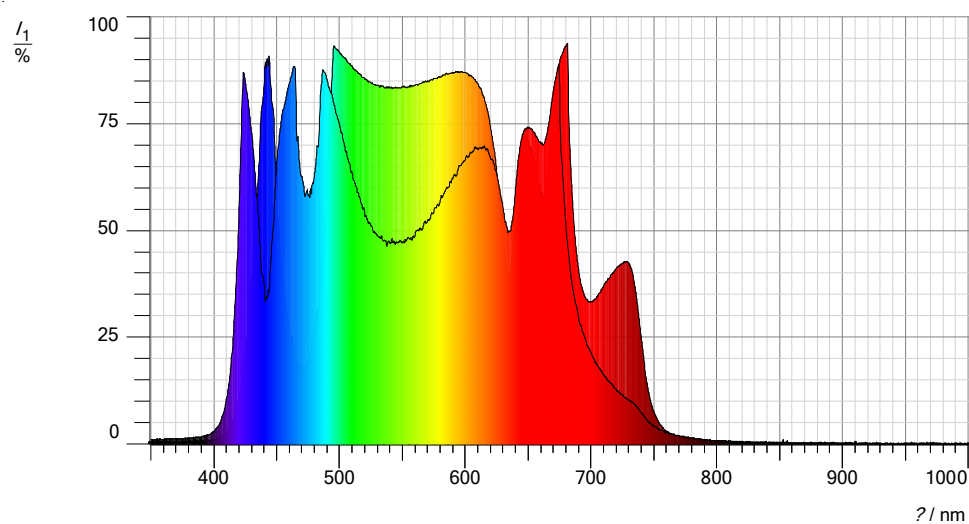


Abbildung 17: Spektralverteilung SANlight

Die unterschiedliche Spektralverteilung zwischen den Messpunkten könnte im Zusammenhang mit dem Aufbau der verwendeten LED-Chips stehen. Das Licht einer weissen LED Diode wird unter anderem von farbigen LED-Chips erzeugt. Am Rand oder in der Mitte dieser entstehen aufgrund der Mehrfarbigkeit Farbunterschiede in der Abstrahlcharakteristik, wodurch sich die Zusammensetzung der Lichtwellen ändert und je nach Messpunkt unterscheidet (Herrmann, 2013). Durch Messwiederholungen von mehreren Dioden unterschiedlicher Leuchten des gleichen Typs und der Auswertung des arithmetischen Mittels würden sich Unebenheiten der Spektralkurven besser ausgleichen. Ausserdem könnte eine einheitliche Spektralverteilung dargestellt werden, und eventuelle qualitative Unterschiede der einzelnen Dioden würden berücksichtigt. Dies würde die effektive Spektralverteilung genauer widerspiegeln. Eine Tendenz der Pendularis hin zu einer breiten Spektralverteilung mit einer gleichmässigen Lichtintensität zwischen den einzelnen Spektralbereichen lässt sich nichtsdestotrotz auch anhand einer einzigen Ausmessung ablesen.

5.1.2 Beleuchtungsstärke

Die Beleuchtungsstärke der Pendularis ist mit 2'470 lx im Gegensatz zur Beleuchtungsstärke der DHLicht mit 5'310 lx und derjenigen der SANlight von 15'240 lx eher gering und vergleichsweise näher an der Beleuchtungsstärke eines bedeckten Wintertages mit 3'500 lx. Jedoch ist die Helligkeit in Anbetracht der Nutzung unter anderem als Inszenierungslicht optimal, wenn man berücksichtigt, dass für Farbprüfungen ein Mindestluxwert von 1'000 erforderlich ist. So werden die Pflanzen und ihre Farben für die optische Wahrnehmung erfolgreich belichtet. Unter diesem Aspekt ist die Beleuchtungsstärke der Pendularis sehr gut. Das wird jedoch durch den Messabstand von nur 30 cm relativiert. Je nachdem, in welcher Höhe das Pendularissystem und ihre LED-Leuchte angebracht wird, wird sich Beleuchtungsstärke in Bezug zur Distanz verringern. Bei einem Abstand von eineinhalb Metern beträgt die Beleuchtungsstärke nur circa 98 lx, was in etwa der minimalen Raumbeleuchtung von Fluren entspricht. Abschliessend kann gesagt werden, dass die Beleuchtungsstärke der Pendularis optimal der Systeminszenierung dient, ohne sich negativ als Streulicht auszuwirken.

5.1.3 PAR

Auch die PAR der Pendularis, gemessen in PPFD ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$), ist im Vergleich zu derjenigen der DHLicht und SANlight um ein Vielfaches geringer. Die $37.1 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ der Pendularis sind um ein Dreifaches kleiner als die der DHLicht ($110.47 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) und sogar um mehr als ein Neunfaches geringer als die der SANlight ($346.25 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$). Aber auch hier ist ein Vergleich mit Vorbehalt zu werten. Die Pendularis liegt ihrer Nutzung entsprechend in dem minimalen PAR-Richtwert von $30 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ nach Dinter (2017) und in dem von $30 - 200 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ der STEP System GmbH (2008).

5.1.4 Messparameter Pflanzen

5.1.5 Versuchsreihe 1 – Längenwachstum

Im Diagramm 1, S. 38 ist ersichtlich, dass sich das Längenwachstum der LED-Leuchten signifikant von dem der KR unterscheidet. Die Mediane der LED-Leuchten bewegen sich zwischen 12 cm bei der SANlight, 13 cm bei der Pendularis und 14 cm bei der DHLicht. Die der KR ist mit 7 cm deutlich geringer. Auch der Interquartilsabstand der LED-Leuchten ist gegenüber der KR deutlich grösser. Das unterschiedliche Längenwachstum könnte auf den Standort der KR zurück zu führen sein. Die automatische Schattierung im Gewächshaus und eventuelle sonstige Schattenwürfe könnten einen Einfluss auf die Wachstumsrate gehabt haben. Auch die Spektralzusammensetzungen der LED-Leuchten und die des natürlichen Lichts beeinflussen das Längenwachstum. Demzufolge ist es möglich, dass die Spektralzusammensetzungen der LED-Leuchten ein Streckenwachstum der Pflanzen hin zum Licht ausgelöst haben. Das wiederum könnte heissen, dass die Lichtverhältnisse unter den LED-Leuchten mangelhaft sind. Die Pflanzen der DHLicht und der SANlight zeigen jedoch keine Anzeichen einer Internodienstreckung. Einzig die Pflanzen der Pendularis wirken lang gestreckt und zeigen Tendenzen einer aufrechten Wuchsform, obwohl *Tradescantia* Cultivars eher überhängend wachsen. Beim Vergleich des Längenwachstums der drei Messreihen je Bereich gibt es nur bei den grünlaubigen Pflanzen unter der Pendularis signifikante Unterschiede (Diagramm 5, S. 41). Das Wachstum der mittleren Reihe ist am stärksten, das der linken und rechten Reihe schwächer, wobei die Pflanzen der beiden äusseren Reihen nicht gleichmässig wachsen. Die linke Reihe ist tendenziell höher gewachsen als die rechte Reihe. Dies hat seinen Grund wohl darin, dass trotz der Beschwerung mit Gewichten die Leuchten leicht schräg hingen, was sich auf das unterschiedliche Wachstum der Pflanzen in den drei Reihen ausgewirkt hat. Daneben muss auch darauf verwiesen werden, dass die PPFD der linken und rechten Reihe um einiges kleiner sind als die der Mitte. Siehe PAR Pendularis und Diagramm PPFD-Verteilung Pendularis im Anhang 3. Das natürliche Licht der KR erzeugte zudem eine grössere Wärmeemission als die LED-Leuchten. Bei der KR schwankte die Temperatur zwischen circa 18 bis 35°C wohingegen sich der Temperaturverlauf bei den LED-Leuchten zwischen 19 und 27°C bewegte. Auch die LED-Leuchten untereinander unterscheiden sich signifikant. Trotzdem bestehen tendenzielle Ähnlichkeiten zwischen der Pendularis und der DHLicht sowie zwischen der Pendularis und der SANlight. Die Pendularis kann somit in Bezug auf das Längenwachstum als Mittelmasse der drei LED-Leuchten gesehen werden. Der Temperaturverlauf der Pendularis ist mit circa 19 bis 24°C im Vergleich zu den anderen LED-Leuchten und zur KR am geringsten (Anhang 9).

5.1.6 Versuchsreihe 1 – Blattinhaltsstoffe

Grünlaugige Blattinhaltsstoffe:

Der Chlorophyllgehalt der Pflanzen aller LED-Leuchten und der KR unterscheiden sich signifikant (Diagramm 7, S. 43). Trotzdem weisen die Pflanzen der KR und SANlight Ähnlichkeiten auf. Ihr Chlorophyllgehalt ist zwar am geringsten, ihr Flavonoid- und Anthocyangehalt jedoch am grössten (siehe Diagramm 9, S. 44 und Diagramm 11, S. 45). Die Spannweite der Boxplots reicht sogar bis über den Messbereichsindex von 0 – 3 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ hinaus. Das könnte als Abwehrreaktion gegen eine zu hohe UV-Strahlung bei der KR und als Schutz gegen Parasiten und Krankheitserreger bei der SANlight gedeutet werden. Bei der optischen Bonitierung wurden jedoch keine Indizien dafür festgestellt. Die Pflanzen der Pendularis und die der DHLicht weisen zwar höhere Chlorophyllgehalte auf, jedoch eher tiefe Flavonoid- und Anthocyangehalte. Auch hier wird das durch die Farbe der Blätter bestätigt, die bei beiden eher matt und blass erscheinen. Hingegen sind die NBI-Werte der Pendularis und DHLicht höher als die der KR und SANlight. Sie sind also besser mit Stickstoff versorgt als die anderen beiden.

So gut wie alle Messungen der Blattinhaltsstoffe kommen innerhalb der Messbereiche zum Liegen. Geringe Anzahlen von NAN-Werten fallen nicht weiter ins Gewicht und werden als Ausreisser betrachtet. Die geringe Anzahl Datensätze der DHLicht hingegen ist sehr auffällig. Beim Flavonoid sind es nur 48, beim Anthocyan 52 und beim NBI nur 48 anstatt jeweils 90. Das ist auf eine hohe Anzahl NAN-Werte zurück zu führen, die durch Messwerte ausserhalb des Messbereichsindex von 0 – 3 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ beim Flavonoid- und Anthocyangehalt, respektive 0 – 999 beim NBI-Wert zustande kommen. Eine Erklärung dafür könnte das versehentliche Messen auf Blattadern oder eine verunreinigte Messoberfläche des Messgeräts sein. Bei der Bonitierung ist jedoch aufgefallen, dass die Blätter bei der DHLicht etwas dicker und brüchig waren. Eventuell verhinderte die verdickte Epidermis das Ausmessen. Die verdickte Epidermis könnte als Schutzfunktion gebildet worden sein, was auf eine suboptimale Spektralzusammensetzung hindeutet.

Rotlaubige Blattinhaltsstoffe:

Der Chlorophyllgehalt der LED-Leuchten und der KR unterscheidet sich zwar signifikant, jedoch bestehen Ähnlichkeiten zwischen den Pflanzen der Pendularis und der KR sowie zwischen denen der DHLicht und der SANlight (Diagramm 8, S. 43). Der Flavonoid- und Anthocyangehalt ist hingegen bei der KR am höchsten, bei den LED-Leuchten tendenziell gleich, obwohl zwischen allen vier signifikante Unterschiede bestehen (Diagramm 10, S. 44 und Diagramm 12, S. 45). Der hohe Flavonoid- und Anthocyangehalt kann an der UV-Strahlung des natürlichen Licht liegen und als Schutzmechanismus gewertet werden. Der NBI-Wert der KR ist wiederum niedriger als bei den LED-Leuchten und somit ist die Stickstoffversorgung hier tendenziell schlechter (Diagramm 14, S. 46). Wie schon bei den grünlaubigen Pflanzen sind die Blattfarben der rotlaubigen Pflanzen bei der Pendularis im Vergleich zu denen der KR, SANlight und DHLicht eher blass. Auch hier sind die

Datensätze der DHLicht sehr klein. Jeweils 30 beim Flavonoid und dem NBI und 37 beim Anthocyan. Die Ursachen sind wahrscheinlich dieselben wie bei den grünlaubigen Blättern. Die Messungen der rotlaubigen Blatteinhaltsstoffe müssen als relativ unsicher bewertet werden. Es wurden zwar gleich viele Datensätze erhoben wie bei den grünlaubigen Blatteinhaltsstoffen, sie verteilen sich aber nur auf drei Pflanzen pro Bereich.

5.1.7 Versuchsreihe 1 – Frisch- und Trockensubstanz

Die Frischsubstanz von grünlaubigen Wurzeln, Blättern und Spross sind bei der Pendularis so gut wie gleich schwer oder eher leicht wie bei der KR. Sie weisen bei Blättern und Spross in etwa nur ein Drittel so viel Gewicht auf wie die Frischsubstanzen der DHLicht und der SANlight, bei den Wurzeln etwa die Hälfte (Diagramm 15, S. 47 und Tabelle im Anhang 7). Bei der Frischsubstanz der rotlaubigen Wurzeln, Blättern und Spross zeigt sich ein ähnliches Bild. Auch hier ist das Gewicht der Frischsubstanzen der Pendularis dem der KR am ähnlichsten.

Auch bei der Trockensubstanz von grün- und rotlaubigen Wurzeln, Blättern und Spross fällt auf, dass sich die der Pendularis und der KR tendenziell ähnlich sind. Oder zumindest ähnlicher als die der Pendularis und der DHLicht oder der SANlight. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Biomasseproduktion bei der DHLicht und SANlight grösser sind als bei der Pendularis und der KR. Dies hat unter Umständen mit einem höheren Wasserpotenzial bei den beiden ersteren zu tun. Da bei allen Pflanzen jedoch eine konstante Wasserzufuhr gewährleistet war, können Wasserdefizite ausgeschlossen werden. Wahrscheinlicher ist, dass die hohen PPFD-Werte in Kombination mit dem hohen Rotanteil der Spektralverteilung verantwortlich sind für die starke Biomasseproduktion bei der DHLicht und der SANlight.

5.1.8 Versuchsreihe 2 – Längenwachstum

Auch bei der Versuchsreihe 2 unterscheidet sich das Längenwachstum der drei LED-Leuchten und der KR signifikant. Ähnlichkeiten gibt es jedoch zwischen der KR und der DHLicht sowie zwischen der KR und der SANlight. Die Pendularis weist mit einem Median von 11 cm das grösste Wachstum auf. Das widerspiegelt auch der Interquartilsabstand von circa 8 bis 14 cm (Diagramm 17, S. 49). Es liegt nahe zu vermuten, dass die Pflanzen der Pendularis am besten gewachsen sind. Trotzdem muss auch hier berücksichtigt werden, dass sie eher einen eventuell vorliegenden Lichtmangel durch Streckenwachstum ausgleichen wollten. Dafür spricht wiederum die stark aufrechte Wuchsform und die eher matte Blattfarbe. Nichtsdestotrotz machen sie im Vergleich zu den Pflanzen der anderen LED-Leuchten einen gesunden Eindruck. Die Pflanzen der DHLicht wachsen eher kümmerlich und zeigen gegen Ende der Versuchsreihe vermehrt unregelmässig grosse bräunliche Flecken auf den Blättern. Die Blattfarben sind sehr blass, die Stiele und Wurzeln sind rötlich verfärbt. Mikroskopische Blattuntersuchungen zeigen einen Pilzbefall der Pflanzen (Anhang

10). Um welchen Pilz es sich genau handelt, kann nicht näher bestimmt werden. Dazu wären Genanalysen erforderlich. Der starke Pilzbefall wurde eventuell durch eine dünne Blattcuticula begünstigt, welche wahrscheinlich wegen einer zu langen Photoperiode ausgelöst wurde (Fische, 2017). Die lange Photoperiode lässt sich auf technische Probleme der DHLicht- Zeitsteuerung zurückführen. Wann diese angefangen haben, ist nicht mehr zu eruieren. Jedoch muss davon ausgegangen werden, dass die Leuchten der DHLicht mehr als eine Woche 24 Stunden lang liefen. Das hat wahrscheinlich trotz Bereichsabgrenzungen auch einen Einfluss auf die Pflanzen der anderen Leuchten. Denn auch die Pflanzen der SANlight haben mit ihrer blassen Blattfarbe und dem eher kümmerlichen Wuchs einen kranken Eindruck gemacht. Ein Pilzbefall konnte jedoch nicht nachgewiesen werden. Trotzdem ist davon auszugehen, dass sich Pilzsporen durch die Luft in alle Bereiche verteilt haben. Die Pflanzen der Pendularis waren als einzige nicht davon betroffen. Bei dem Vergleich des Längenwachstums der drei Messreihen wurden bei der Pendularis der Versuchsreihe 1 signifikante Unterschiede festgestellt. Diese konnten mit der Versuchsreihe 2 nicht bestätigt werden. Die Pflanzen der drei Messreihen sind tendenziell gleich gewachsen, wenngleich der Median der mittleren Messreihe höher ist als der Median der linken und rechten Reihe (Diagramm 21, S. 52). Eventuell hatten die DHLicht auch hier einen Einfluss, denn die Nullhypothese wurde nur knapp verworfen ($p\text{-Wert} = 0.0997$). Es ist jedoch auch möglich, dass die durchschnittlich hohen Temperaturen zu einem stärkeren Wachstum geführt haben. Sie schwanken bei der Pendularis zwischen minimal 16 bis maximal 32°C. Dem widerspricht jedoch die viel höhere Temperatur bei der KR von minimal 15 bis über 40°C, wobei sich die Temperaturschwankungen auch negativ auf das Wachstum ausgewirkt haben könnten. Denn hier ist das Längenwachstum kleiner als bei der Pendularis. Die Temperatur bei der DHLicht ist mit minimal 16 bis maximal 34°C leicht höher als bei der Pendularis. Die der SANlight ist mit minimal 16 bis maximal 35°C unter den LED-Leuchten die höchste (Anhang 9). Abschliessend lässt sich keine genaue Aussage über die Unterschiede im Längenwachstum machen. Es kann jedoch gesagt werden, dass die Pflanzen der Pendularis tendenziell besser und vitaler gewachsen sind als die anderen.

5.1.9 Versuchsreihe 2 – Blatinhaltsstoffe

Grünlaubige Blatinhaltsstoffe:

Der Chlorophyllgehalt der LED-Leuchten und der KR unterscheidet sich signifikant. Ähnlichkeiten bestehen jedoch zwischen der DHLicht und der KR. Der Chlorophyllgehalt der Pendularis ist mit Abstand am höchsten und derjenige der SANlight am kleinsten (Diagramm 23, S. 55). Die Ergebnisse, die sich bei der Diskussion des Längenwachstums schon gezeigt haben, lassen sich mit den Ergebnissen der Blatinhaltsstoffe bestätigen. Der hohe Chlorophyllgehalt bei der Pendularis in Verbindung mit dem niedrigen Flavonoidgehalt (Diagramm 9, S. 44) lassen auf eine positive Stickstoffbilanz schliessen, was auch der hohe NBI-Wert widerspiegelt (Diagramm 13, S. 46). Der Anthocyangehalt bewegt sich eher im mittleren Bereich. Die Pflanzen der Pendularis

scheinen alles in allem gesund zu sein oder zumindest vergleichsweise gesünder als die anderen. Ein gegensätzliches Bild zeigt sich bei den anderen LED-Leuchten und der KR, wobei die Pflanzen der SANlight einen sehr dürrtigen Eindruck machen. Der tiefe Chlorophyllgehalt und die hohen Flavonoid- und Anthocyangehalte lassen einerseits auf eine negative Stickstoffbilanz und andererseits auf eine Abwehrreaktion gegen äussere Einflüsse wie zum Beispiel Krankheiten und Schädlinge schliessen. Eine Infektion mit Pilzsporen der Pflanzen der DHLicht ist sehr wahrscheinlich. Auch der tiefe NBI-Wert spricht für sehr geschwächte Pflanzen. Die Mediane der Chlorophyllgehalte bei den Pflanzen der DHLicht und KR sind in etwa gleich. Die Spannweite der DHLicht ist jedoch um einiges grösser. Sie reicht von fast 0 bis circa $15 \mu\text{g}/\text{cm}^2$. Auch hier sprechen die Ergebnisse aufgrund der hohen Chlorophyll- und geringen Flavonoid- bzw. Anthocyangehalte für eine negative Stickstoffbilanz und eine Abwehrreaktion.

Rotlaubige Blattinhaltsstoffe:

Bei den Blattinhaltsstoffen der grünlaubigen Pflanzen zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei den rotlaubigen Blattinhaltsstoffen. Die Chlorophyllgehalte sämtlicher LED-Leuchten und der KR unterscheiden sich signifikant. Das der Pendularis ist abermals am höchsten und das der SANlight am niedrigsten (Diagramm 23, S. 55). Die Pflanzen der Pendularis weisen eine eher positive Stickstoffbilanz auf und die Pflanzen der DHLicht, SANlight und KR eine eher negative. Die Gründe dafür sind vermutlich dieselben wie bei den grünlaubigen Pflanzen.

5.1.10 Versuchsreihe 2 – Frisch- und Trockensubstanz

Die FS und TS von Pendularis und KR sind wiederum tendenziell gleich, sowie die der DHLicht und der SANlight. Auffällig ist hier, dass die TS und FS aller LED-Leuchten und der KR im Vergleich zur Versuchsreihe 1 kleiner sind. Bei der Pendularis und der KR sind die Unterschiede der FS und TS von der Versuchsreihe 1 zur Versuchsreihe 2 nicht so gross wie die der DHLicht und SANlight. Die Unterschiede bei der DHLicht sind wahrscheinlich auf die technischen Probleme und den Pilzbefall zurück zu führen. Bei der Pendularis und der KR könnten abiotische Faktoren, wie die erhöhte Temperatur und Luftfeuchtigkeit Ursachen für die geringeren FS und TS sein. Bei der SANlight ist es wahrscheinlich ein Zusammenspiel aller vorher genannten Faktoren. Die genauen Ursachen lassen sich nicht entgültig klären.

6 Fazit und Ausblick

Nach dem Ausmessen und Auswerten der Parameter kann abschliessend gesagt werden, dass die PendularisLEDLeuchte im Vergleich zu den Produktionsleuchten DHLicht und SANlight tendenziell schlechter abschneidet. Jedoch weist sie viele Ähnlichkeiten, besonders in Bezug zum Längenwachstum und der Frisch- beziehungsweise Trockensubstanz, mit der Kontrollreihe auf. Alles in allem können die Pflanzen der Pendularis nach Abschluss der vier Wochen je Versuchsreihe als gesund bewertet werden. Trotzdem hat die natürliche Morphologie der grün- und rotlaubigen Tradescantia Cultivars gelitten und sich eher langgestreckt, aufrecht und farblich blass entwickelt. Dies steht ganz im Gegensatz zu der natürlichen kompakten und überhängenden Wuchsform. Zu beachten ist, dass die Ergebnisse sozusagen unter zweckentfremdeten Umständen erhoben wurden, da die PendularisLEDLeuchte im Normalfall als Zusatzbelichtung und nicht als reine Assimilationsbelichtung dient. Das grosse Potenzial der PendularisLEDLeuchte liegt sicher in ihrer Spektralzusammensetzung, welche die für die Pflanzenphysiologie wichtigen Spektralbereiche in einer ausreichenden Intensität beinhaltet und trotzdem eine für den Menschen angenehme Farbtemperatur aufweist. Die PPFD-Werte von $37 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ müssen ohne den Einfluss von natürlichem Streulicht, aufgrund der Morphologie der Pflanzen, für diese Versuchsreihen als gering gewertet werden. In weiteren Versuchen sollte jedoch geklärt werden, ob die PPFD-Werte unter dem Einfluss von natürlichem Streulicht gegebenenfalls ausreichend sind und den natürlichen Phänotyp unterstützen.

Anhand Versuchsreihen mit verschiedenen Tageslichtsummen, sollte eine minimale Tageslichtsumme für die vorhandenen PPFD-Werte und somit für die PendularisLEDLeuchte eruiert werden. Je nach Standort und vorhandener Tageslichtsumme könnte dann die Anzahl Dioden erhöht werden. Es wäre zum Beispiel sinnvoll drei verschiedene PendularisLEDLeuchten anbieten zu können. Je nachdem wie hoch die PPFD der ankommenden Tageslichtsumme ist und welche spektrale Verteilung sie aufweist, könnten PendularisLEDLeuchten für schattige, halbschattige und sonnige Lichtverhältnisse in Betracht gezogen werden.

7 Literaturverzeichnis

- Al Horr, Y., Arif, M., Kaushik, A., Mezroei, A., Katafygiotou, M., & Elsarrag, E. (2016). Occupant productivity and office indoor environment quality: A review of the literature. *Building and Environment*(105), S. 369-389. Abgerufen am 25. Juli 2017 von <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132316302001>
- BAuA. (2014). Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Technische Regeln für Arbeitsstätten - Beleuchtung. Dortmund, Berlin, Dresden. Abgerufen am 03. Oktober 2017 von https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/ASR/pdf/ASR-A3-4.pdf?__blob=publicationFile
- Bürki, M., & Fuchs, M. (2004). *Bildatlas Topfpflanzen für Zimmer und Balkon, Steckbriefe und Tabellen von A bis Z*. Stuttgart (Hohenheim: Eugen Ulmer GmbH & Co.
- Chun, L. T., Nyuk, H. W., Puay, Y. T., Mirza, I., & Ling, Y. W. (2017). Growth light provision for indoor greenery: A case study. *Energy and Buildings*(144), S. 207-217. Abgerufen am 11. Oktober 2017 von <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778817309519>
- Compare LED Grow Lights. (2017). *Compare LED Grow Lights*. Abgerufen am 20. Oktober 2017 von http://www.compareledgrowlights.com/par_and_lumens/
- Dinter, H. (2017). Vortrag: Licht und Temperatur - Grundlagen einer erfolgreichen Planungsstrategie in der Innenraumbegrünung (unveröffentlicht). *World Green Infrastructure Congress*. Berlin: erhalten per Mail durch Michel Aebi, Creaplant AG, am 24.08.2017.
- Egea, G., Pérez-Urrestarazu, L., González-Pérez, J., Franco-Salas, A., & Fernández-Cañero, R. (2014). Lighting systems evaluation for indoor living walls. *Urban Forestry & Urban Greening*(13), S. 475-483. Abgerufen am 02. Oktober 2017 von <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866714000600>
- Erhardt, W., Erhardt, A., & Erich, G. (2014). *Zander - Handwörterbuch der Pflanzennamen*. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag.
- Fachverband Raumbegrünung und Hydrokultur. (o.J.). *Fachverband Raumbegrünung und Hydrokultur im Zentralverband Gartenbau e.V.* Abgerufen am 16. September 2017 von <http://www.zvg-fvrh.de/>
- FBB. (o.J.). *Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e.V. - Dach.Fassade.Raum.Grün!* Abgerufen am 31. August 2017 von

<http://www.gebaeudegruen.info/gruen/innenraumbegrueung/basis-wissen-planungsgrundlagen/planungsgrundlagen/>

Fische, E. (2017). Dozentin für Phytopathologie; mündliche Information vom 29.06.2017. Wädenswil, ZHAW.

Fistic, S. (2004). Die Bestimmung der photosynthetisch aktiven Strahlung (PAR) für heterogene atmosphärische Bedingungen. Dissertation: Technische Universität München, Lehrstuhl der Ökoklimatologie. Abgerufen am 10. August 2017 von <https://mediatum.ub.tum.de/doc/603450/603450.pdf>

Fleschhut, J. (2004). *Dissertation: Untersuchungen zum Metabolismus, zur Bioverfügbarkeit und zur antioxidativen Wirkung von Anthocyanen*. Karlsruhe: Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BFEL). Abgerufen am 05. September 2017 von <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000002640>

FLL. (2011). *Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. Innenraumbegrünungsrichtlinien - Richtlinien für die Planung, Ausführung und Pflege von Innenraumbegrünungen* (Bd. 3). (FLL, Hrsg.) Bonn.

Fluence Bioengineering, Inc. (2017a). *Horticulture Lighting Metrics*. Abgerufen am 16. September 2017 von Fluence: <https://fluence.science/science/par-ppf-ppfd-dli/>

Fluence Bioengineering, Inc. (2017b). High PPFD Cultivation Guide. Austin, Texas. Abgerufen am 04. Oktober 2017 von https://2xuwa02gok1v2wn2em9n5ys8-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2017/02/Fluence-Bioengineering_High-PPFD-Cultivation-Guide_v1.2.pdf

ForceA. (2013). DUALEX SCIENTIFIC plus™ - Scientific Sensor - Brochure. *DUALEX SCIENTIFIC plus™ Polyphenol & Chlorophyll-Meter*. Orsey Cedex, France. Abgerufen am 31. August 2017 von <https://www.environmental-expert.com/downloads/dualex-scientific-plus-scientific-sensor-brochure-472593>

Grinde, B., & Grindal Patil, G. (2009). Biophilia: Does Visual Contact with Nature Impact on Health and Well-Being? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, S. 2332-2343. Abgerufen am 15. August 2017 von <http://www.cp.de/office-40/forschung/innenraumbegrueung/>

Harten, U. (2009). *Physik - Einführung für Ingenieure und Naturwissenschaftler*. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.

Heldt, H., & Piechulla, B. (2015). Vielfältige Signale koordinieren Wachstum und Entwicklung verschiedener Pflanzenorgane und bewirken deren Anpassung an unterschiedliche

Umwelt bedingungen. In *Pflanzenbiochemie* (S. 435-475). Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum Verlag.

Herrmann, F. (2013). *Spektrum der Lichttechnik - Farbmessung an LED-Systemen* (Bd. 6). Karlsruhe: Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Scientific Publishing.

Holfeld, M. (2013). *Licht und Farbe - Planung und Ausführung bei der Gebäudegestaltung*. (DIN, Hrsg.) Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH.

Jansen, M., Windlinger, L., Leiblein, T., Hofmann, T., Wallbaum, H., Feige, A., . . . Lange, S. (2015). Leitfaden für Nachhaltige Bürogebäude. Wädenswil: ZHAW, Institut für Facility Management. Abgerufen am 20. September 2017 von http://www.nachhaltigebueros.ch/sites/nhb.ias/files/nhb_img/standard/files/janser_et_al_2015_leitfaden_fuer_nachhaltige_buerogebaeude2.pdf

Jen-Ping, C., & Yeh, N. (2009). High-brightness LEDs—Energy efficient lighting sources and their potential in indoor plant cultivation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*(13), S. 2175-2180. Abgerufen am 09. Oktober 2017 von <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032109000471?via%3Dihub>

Jesdinsky, R. (2016). *Gartendatenbank*. Abgerufen am 19. August 2017 von http://www.gartendatenbank.de/wiki/tradescantia-1_infos_dreimasterblume

Johkan, M., Shoji, K., Goto, F., Hahida, S., & Yoshihara, T. (2012). Effect of green light wavelength and intensity on photomorphogenesis and photosynthesis in *Lactuca sativa*. *Environmental and Experimental Botany*, S. 128-133. Abgerufen am 13. Oktober 2017 von <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098847211001924>

ledmarkt24. (o.J.). *LED Markt 24 - LED Beleuchtung vom Profi*. Abgerufen am 16. Oktober 2017 von <http://www.ledmarkt24.de/Was-ist-die-Farbtemperatur>

Lüttge, U., Kluge, M., & Thiel, G. (2010). *Botanik - Die umfassende Biologie der Pflanzen*. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.

Marx, P. (2011). Aktuelle Messtechnik für LEDs, LED-Lampen und LED-Leuchten. Berlin. Abgerufen am 11. Oktober 2017 von <http://www.mx-electronic.com/pdf/LED-Messtechnik-Paper-fuer-ELEKTRONIK-2011.pdf>

Merlo, O. (2017). Dozent für Mathematik und Physik; mündliche Information. Wädenswil, ZHAW.

METAS. (2016). Dienstleistungskatalog Labor Optik. Bern-Wabern. Abgerufen am 13. August 2017 von https://www.metas.ch/dam/data/metas/Fachbereiche/RadiometriePhotometrie/Dienstleistungskatalog_Optik_D.pdf

- Mission. (2017). *Mission LED Blog, ENERGY SOLUTIONS FOR A BRIGHTER WORLD*.
Abgerufen am 16. Oktober 2017 von <http://missionled.com/blog/how-to-choose-the-right-led-color-temperature/>
- Pedrotti, F., Pedrotti, L., Bausch, W., & Schmidt, H. (2008). *Optik für Ingenieure* (Bd. 4). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Pendularis. (o.J.). *Pendularis*. (ZHAW/IUNR) Abgerufen am 19. August 2017 von Floating Indoor Garden, Schwebendes Bepflanzungssystem: <https://www.pendularis.ch/>
- Seipel, H. (2003). *Fachkunde für Gärtner* (Bd. 5). Hamburg: Dr. Felix Büchner, Verlag Handwerk und Technik GmbH.
- SFG. (o.J.). *Schweizerische Fachvereinigung Gebäudebegrünung*. Abgerufen am 16. September 2017 von <http://www.sfg-gruen.ch/index.php?page=393>
- Singh, D., Basu, C., Meinhardt-Wollweber, M., & Roth, B. (2015). LEDs for energy efficient greenhouse lighting. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*(49), S. 139-147.
Abgerufen am 12. Oktober 2017 von <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032115003871>
- Sommer Technologie GmbH. (o.J.). *Parolution - Professional LED Grow Lights*. Abgerufen am 15. September 2017 von <https://www.parolution.de/deutsch/photosynthese/>
- Sonnwald, U. (2014). Bewegungsphysiologie. In *Strasburger – Lehrbuch der Pflanzenwissenschaften* (S. 447-474). Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum Verlag.
- Spektrum. (1999a). *Lexikon der Biologie: Photomorphogenese*. (Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH) Abgerufen am 05. September 2017 von [Spektrum.de: http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/photomorphogenese/51337](http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/photomorphogenese/51337)
- Spektrum. (1999b). *Lexikon der Biologie: Photoperiodismus*. (Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH) Abgerufen am 10. September 2017 von [Spektrum.de: http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/photoperiodismus/51347](http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/photoperiodismus/51347)
- Stauffer, P., & Stutz, E. (2013). Pendularis - Eine freihängende Innovation aus der Schweiz. *Der Gartenbau*(18). Abgerufen am 19. August 2017 von <https://pd.zhaw.ch/publikation/upload/207716.pdf>
- STEP Systems GmbH. (2008). QUANTUM Lichtmessgerät. Nürnberg. Abgerufen am 01. Oktober 2017 von http://r.duckduckgo.com/l/?kh=-1&uddg=http%3A%2F%2Fwww.stepsystems.de%2Ffiles%2F32800_quantum_meter.pdf

Volm, C. (2017). *christine-volm.de*. Abgerufen am 16. September 2017 von <http://www.christine-volm.de/>

Waldorf, J. (o.J.). *licht.de – eine Brancheninitiative des ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.* Abgerufen am 03. Oktober 2017 von <https://www.licht.de/de/trends-wissen/wissen-kompakt/lichtlexikon/details-lichtlexikon/lux-und-lumen/>

Wollenweber, E. (1989). Exkret-Flavonoide bei Blütenpflanzen und Farnen. *The Science of Nature*(Volume 76, Issue 10), S. 458-463. Abgerufen am 05. September 2017 von <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00366222?no-access=true>

Yeh, N., & Chung, J.-P. (2009). High-brightness LEDs—Energy efficient lighting sources and their potential in indoor plant cultivation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*(13), S. 2175-2180. Abgerufen am 23. September 2017 von <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032109000471>

Zhen, S., & van Iersel, M. (2017). Far-red light is needed for efficient photochemistry and photosynthesis. *Journal of Plant Physiology*, S. 115–122. Abgerufen am 15. August 2017 von <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0176161716302826>

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: LED-Farbttemperaturen in Kelvin (K), Bilder verändert (Mission, 2017) (ledmarkt24, o.J.).....	14
Abbildung 2: Absorptionsbereiche von Chlorophyll a, Chlorophyll b und Carotin (Sommer Technologie GmbH, o.J.)	19
Abbildung 3: Bepflanzungssystem Pendularis Rapid und PendularisLEDLeuchte (Pendularis, o.J.).....	21
Abbildung 4: Skizze Versuchsaufbau mit Bemassung.....	25
Abbildung 5: Exemplarischer Aufbau der Messbereiche mit den jeweils drei Messreihen. DHLicht, Kontrollreihe Pendularis und der SANlight,	26
Abbildung 6: grober Zeitplan zum Versuchsablauf	27
Abbildung 7 Spektralverteilung DHLicht.	31
Abbildung 8 Spektralverteilung DHLicht.	31
Abbildung 9 Spektralverteilung DHLicht.	31
Abbildung 10: Vergleich zwischen gemessener und automatisch generierter Spektralverteilung. .	32
Abbildung 11: Spektralverteilung Pendularis.....	33
Abbildung 12: Spektralverteilung Pendularis.....	33
Abbildung 13: Spektralverteilung SANlight.....	34
Abbildung 14: Spektralverteilung SANlight.....	34
Abbildung 15: Spektralverteilung Pendularis.....	63
Abbildung 16: Spektralverteilung DHLicht.....	63
Abbildung 17: Spektralverteilung SANlight.....	63

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht Lux, CRI und Kelvin	13
Tabelle 2: PPFD-Richtwerte (Fluence Bioengineering, Inc., 2017b).....	14
Tabelle 3: pflanzliche Nutzung elektromagnetischer Strahlung	16
Tabelle 4: Kultivierungsbedingungen von Tradescantia Cultivars in der Innenraumbegrünung aus FLL (2011)	22
Tabelle 5: Eigenschaften und Nennwerte der verwendeten LED Leuchten	23
Tabelle 6: Übersicht Versuchsaufbau.....	26
Tabelle 7: Material zur Messung der Lichtqualität und Lichtquantität	28
Tabelle 8: Messmethode der Parameter	28
Tabelle 9: Beleuchtungsstärke (lx).....	35
Tabelle 10: PAR-Werte (PPFD).	35
Tabelle 11: VR 1 Blatinhaltsstoffe grünlaubig.....	42
Tabelle 12: VR 1 Blatinhaltsstoffe rotlaubig.....	42
Tabelle 13: VR 2 Blatinhaltsstoffe grünlaubig.....	54
Tabelle 14: VR 2 Blatinhaltsstoffe rotlaubig.....	54

Diagrammverzeichnis

Diagramm 1: VR 1 Längenwachstum.....	38
Diagramm 2: VR 1 Längenwachstum.....	39
Diagramm 3: VR 1 Längenwachstum DHLicht.	40
Diagramm 4: VR 1 Längenwachstum Kontrollreihe.	40
Diagramm 5: VR 1 Längenwachstum Pendularis.	41
Diagramm 6: VR 1 Längenwachstum SANlight.	41
Diagramm 7: VR 1 Chlorophyllgehalt der grünlaubigen Blätter.....	43
Diagramm 8: VR 1 Chlorophyllgehalt der rotlaubigen Blätter.	43
Diagramm 9: VR 1 Flavonoidgehalt der grünlaubigen Blätter.....	44
Diagramm 10: VR 1 Flavonoidgehalt der rotlaubigen Blätter.....	44
Diagramm 11: VR 1 Anthocyangehalt der grünlaubigen Blätter.....	45
Diagramm 12: VR 1 Anthocyangehalt der rotlaubigen Blätter.	45
Diagramm 13: VR 1 NBI-Wert der grünlaubigen Blätter.	46
Diagramm 14: VR 1 NBI-Wert der rotlaubigen Blätter.	46
Diagramm 15: VR 1 Frischsubstanz.....	47
Diagramm 16: VR 1 Trockensubstanz.....	48
Diagramm 17: VR 2 Längenwachstum.....	49
Diagramm 18: VR 2 Längenwachstum.....	50
Diagramm 19: VR 2 Längenwachstum DHLicht.	51
Diagramm 20: VR 2 Längenwachstum Kontrollreihe.	52
Diagramm 21: VR 2 Längenwachstum Pendularis.	52
Diagramm 22: VR 2 Längenwachstum SANlight.	53
Diagramm 23: VR 2 Chlorophyllgehalt der grünlaubigen Blätter.....	55
Diagramm 24: VR 2 Chlorophyllgehalt der rotlaubigen Blätter.....	55
Diagramm 25: VR 2 Flavonoidgehalt der grünlaubigen Blätter.....	56

Diagramm 26: VR 2 Flavonoidgehalt der rotlaubigen Blätter.....	56
Diagramm 27: VR 2 Anthocyangehalt der grünlaubigen Blätter.....	57
Diagramm 28: VR 2 Anthocyangehalt der rotlaubigen Blätter.	57
Diagramm 29: VR 2 NBI-Wert der grünlaubigen Blätter.	58
Diagramm 30: VR 2 NBI-Wert der rotlaubigen Blätter.	58
Diagramm 31: VR 2 Frischsubstanz.....	59
Diagramm 32: VR 2 Trockensubstanz.....	60

Anhang

Anhang 1	Plagiatserklärung	81
Anhang 2	Detaillierter Versuchsablauf	82
Anhang 3	Datenblätter LED-Leuchten	84
Anhang 4	Rohdaten Messparameter LED-Leuchten	86
Anhang 5	Rohdaten Längenwachstum und Blütenbildung	88
Anhang 6	Rohdaten Blattinhaltsstoffe VR 1 und VR 2.....	106
Anhang 7	Rohdaten Frisch- und Trockensubstanz VR 1 und VR 2	146
Anhang 8	R – Befehle.....	149
Anhang 9	Verlauf der Temperatur und der rel. Feuchtigkeit VR 1 und VR 2	152
Anhang 10	Fotos	154
Anhang 11	Datenblatt PendularisLEDLeuchte	156

Anhang 1 Plagiatserklärung



Erklärung betreffend das selbständige Verfassen einer Bachelorarbeit im Departement Life Sciences und Facility Management

Mit der Abgabe dieser Bachelorarbeit versichert der/die Studierende, dass er/sie die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst hat.

Der/die unterzeichnende Studierende erklärt, dass alle verwendeten Quellen (auch Internetseiten) im Text oder Anhang korrekt ausgewiesen sind, d.h. dass die Bachelorarbeit keine Plagiate enthält, also keine Teile, die teilweise oder vollständig aus einem fremden Text oder einer fremden Arbeit unter Vorgabe der eigenen Urheberschaft bzw. ohne Quellenangabe übernommen worden sind.

Bei Verfehlungen aller Art treten Paragraph 39 und Paragraph 40 der Rahmenprüfungsordnung für die Bachelor- und Masterstudiengänge an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften vom 29. Januar 2008 sowie die Bestimmungen der Disziplinarmassnahmen der Hochschulordnung in Kraft.

Ort, Datum:

Unterschrift:

Wädenswil, 26.10.17

K. Ali

Das Original dieses Formulars ist bei der ZHAW-Version aller abgegebenen Bachelorarbeiten im Anhang mit Original-Unterschriften und -Datum (keine Kopie) einzufügen.

Anhang 2 Detaillierter Versuchsablauf

Datum	Vorgehen	Material
Allgemeine Vorbereitungen		
Anfang KW 10	Aufbau Versuchsanlage	Holzplatten, Verdunklungsfolie PVC
Ende KW 13 (31.03.17)	Einrichten Versuchsaufbau	LED Leuchten
KW 14 und 15	Spektralmessungen	Spektrometer
Versuchsreihe 1		
Anfang KW 13 (27.03.17)	Stecklings Vermehrung Tradescantia	Kopfstecklinge Nebelvermehrung in
Versuchsreihe 1		
Ende KW 15 (16.04.17)	Einrichten Versuchsreihe 1	
Anfang KW 16 (17.04.17)	Start Versuchsreihe 1	
Mitte KW 16 (19.04.17)	Wachstumsmessungen Pflanzen	der Metermass (cm)
Mitte KW 17 (26.04.17)	Wachstumsmessungen Pflanzen	der Metermass (cm)
Mitte KW 18 (03.05.17)	Wachstumsmessungen Pflanzen	der Metermass (cm)
Mitte KW 19 (10.05.17)	Wachstumsmessungen Pflanzen (Endwert)	der Metermass (cm)
KW 19 (11.05.17)	Endwert Blattoberflächenmessungen	Force A Dualex Scientific +™
Ende KW 19 (14.05.17)	Ende Versuchsreihe 1	
	Abbau Versuchsreihe 1	
Anfang KW 20 (15.05.17)	Wiegen der Frischsubstanz	Waage (g)
Mitte KW 20 (16./17.05.17)	Trocknung der Pflanzen	Trocknungsöfen (60°C)
	Wiegen der Trockensubstanz	Waage (g)
Datum	Vorgehen	Material
Versuchsreihe 2		
Anfang KW 19 (08.05.17)	Stecklings Vermehrung Tradescantia	Kopfstecklinge Nebelvermehrung in
Ende KW 20 (21.05.17)	Einrichten Versuchsreihe 2	
Anfang KW 22 (29.05.17)	Start Versuchsreihe 2	
Anfang KW 22 (31.05.17)	Wachstumsmessungen Pflanzen	der Metermass (cm)
Mitte KW 23 (07.06.17)	Wachstumsmessungen Pflanzen	der Metermass (cm)

Mitte KW 24 (14.06.17)	Wachstumsmessungen Pflanzen	der	Metermass (cm)
Mitte KW 25 (21.06.17)	Wachstumsmessungen Pflanzen (Endwert)	der	Metermass(cm)
Ende KW 25 (25.06.17)	Ende Versuchsreihe 2		
Mitte KW 26 (29.06.17)	Endwert Blattoberflächenmessungen		Force A Dualux Scientific +™
	Abbau Versuchsreihe 2		
Anfang KW 26 (30.06.17)	Wiegen der Frischsubstanz		Waage (g)
Mitte KW 27 (04./05.07.17)	Trocknung der Pflanzen		Trocknungsofen (60°C)
	Wiegen der Trockensubstanz		Waage (g)

Anhang 3 Datenblätter LED-Leuchten



6. Bedienung

Die Bedienung der Leuchte erfolgt durch eine Software in Verbindung mit einem DALI-Netzwerk-Gateway.

Die Installation und die Bedienung der Software entnehmen Sie bitte der separaten Anleitung. Die Montage und die Erstellung der elektrischen Verbindungen des DALI-Netzwerk-Gateways entnehmen Sie bitte der separaten Anleitung.

7. Reinigung und Pflege

7.1 Sicherheitshinweise



WARNUNG!

Führen Sie Reinigungsarbeiten niemals an einer in Betrieb befindlichen Leuchte durch.



WARNUNG!

Stellen Sie sicher, dass die Spannungsversorgung unterbrochen ist. Es besteht sonst die Gefahr eines elektrischen Schlags, der zu Verletzungen oder zum Tod führen kann.



WARNUNG!

Tauchen Sie die Leuchte zur Reinigung niemals in Wasser oder andere Flüssigkeiten ein.

Zur Erhaltung der lichttechnischen Werte reinigen Sie die Linse der Leuchte regelmäßig mit einem feuchten Tuch. Benutzen Sie keine scharfen Reinigungsmittel oder Reinigungsmittel mit scheuenden Bestandteilen, dadurch könnte die Linse beschädigt werden.

8. Störungen

Im Störfall wenden Sie sich bitte an uns oder Ihren Händler. Der Ausfall einzelner LEDs wird nicht als Störung oder Ausfall bewertet. Dies ist erst ab einer Ausfallquote ab 10% der Fall.

9. Technische Daten

Artikel-Nr.	LED-Modul III DR-B-W	LED Produktionsmodul III DR-B-W-FR
Material	Aluminiumprofil	Aluminiumprofil
LED	2 x 660nm dunkelrot, 440nm blau, 4000K neutralweiß, Ra>80	660nm dunkel rot, 440nm blau, 730nm far red, 4000K neutralweiß, Ra>80
Leuchtdauer	25.000 h, bei 25°C Umgebungstemperatur und einem Lichtstromerhalt von 70%	25.000 h, bei 25°C Umgebungstemperatur und einem Lichtstromerhalt von 70%
LED Stück	60 LED's	60 LED's
Verschaltgerät	Elektronische, regelbare Treiber im Gehäuse eingebaut	Elektronische, regelbare Treiber im Gehäuse eingebaut
Schutzklasse	I	I
Schutzart	IP65	IP65
Wattage	Ca. 180W	Ca. 180W
Elektr. Anschluss	230V / 50Hz	230V / 50Hz
Umgebungstemperaturber.	-20°C bis +40°C	-20°C bis +40°C
Ts Punkt	+65°C	+65°C
PAR	238 µmol/s	235 µmol/s
Lebensdauer	25.000 h, bei 25°C Umgebungstemperatur und einem Lichtstromerhalt von 70%	25.000 h, bei 25°C Umgebungstemperatur und einem Lichtstromerhalt von 70%
Leuchtenlichtausbeute	1,33 µmol/Watt	1,30 µmol/Watt
Reglung	4 Kanal DALI Protokoll 1-100%	4 Kanal DALI Protokoll 1-100%
Maße	L: 1.274mm, B: 74mm, H: 114mm	L: 1.274mm, B: 74mm, H: 114mm
Gewicht	6,7Kg	6,7Kg
Sonstiges	Serienmäßig mit Durchgangsvordrehung IP65, Steckanschluss 5-polig für Netz und DALI	Serienmäßig mit Durchgangsvordrehung IP65, Steckanschluss 5-polig für Netz und DALI

DH Licht GmbH – Robert-Bosch-Str. 35 – 42489 Wülfrath Tel.: +49 2058 887325
Fax: +49 2058 887320 Mail: info@dhlicht.de www.dhlicht.de

LED-PFLANZENBELICHTUNGSMODUL P4W



Vielseitiges, modulares Pflanzenbelichtungssystem für den professionellen Einsatz in der Pflanzenproduktion unter harten Umweltbedingungen. Hocheffiziente Lichtgenerierung und Lichtlenkung. Höchste Lichthomogenität in der Kultivierungsfläche für gleichmäßigen Wuchs/Ertrag. Unterschiedliche Spektren erhältlich. Bestehend aus LED-Modul und aufgesetztem Konverter (optional auch mit externem Konverter erhältlich). Passiv gekühlt. Schutzart IP64. Flexibel und modular installierbar. Optional als dimmbare Variante erhältlich.

Elektrische Eigenschaften	Wert	Kommentar
typische Leistungsaufnahme ¹	125	W
Leistungsfaktor ¹	0,96	
Eingangsspannungsbereich ¹	100 – 240	V (AC: 50/60Hz)
max. Eingangsstrom ¹	1,75	A
typ. Einschaltstrom ¹	60	A [375µs FWHM]
max. Ausgangsspannung ²	54	V [DC]
konstanter Ausgangsstrom ²	2,3	A
Betriebsspannung ³	54	V
Betriebsstrom ³	575	mA

Weitere Eigenschaften	Wert	Kommentar
Emissionswellenlängenbereich (auch individuell anpassbar)	400 - 730	nm
PPF ⁴ (bis zu 400°)	313	µmol/s
Moduleffizienz ⁵ (bis zu 3,2°)	2,7	µmol/J
Systemeffizienz ⁶	2,5	µmol/J
Abstrahlwinkel (rechteckig ausgeleuchtete Fläche mit maximaler Homogenität)	90°	symmetrisch
x-Farbraumkoordinate ⁷	0,47	warmweißer Farbeindruck
y-Farbraumkoordinate ⁷	0,38	
Abmessungen ²	220x70x40	mm
Abmessungen ³	980x75x45	mm
Gewicht	4000	g
AC-Kabellänge (Enden offen)	0,26	m
Schutzklasse	IP64	
zul. Umgebungstemperatur für Betrieb	5 – 40	°C
max. relative Luftfeuchtigkeit f. Betrieb	100	%

¹ netzseitig

² Konverter (auf Leuchte fixiert; extern optional erhältlich)

³ LED-Modul

⁴ Photosynthetic Photon Flux LED-Modul mit Standardspektrum;

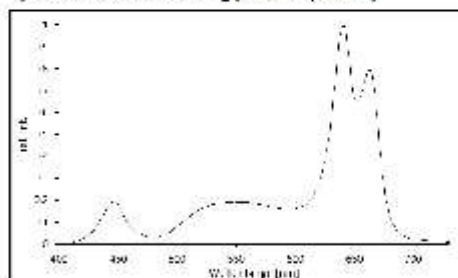
⁵ PPF pro Watt elektrischer Leistungsaufnahme LED-Modul mit Standardspektrum;

⁶ PPF pro Watt elektrischer Leistungsaufnahme netzseitig;

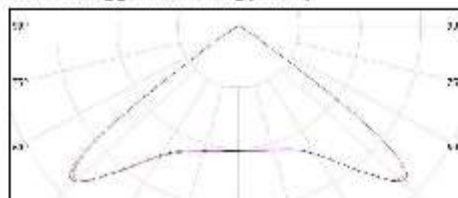
⁷ nach CIE 1931

⁸ mit Sonderspektrum (Blau/Rot)

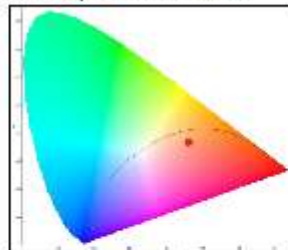
Spektrale Intensitätsverteilung (Standardspektrum)



Winkelabhängige Lichtverteilung (C0/C90)



Farbraumposition nach CIE 1931



Für maximale Wirtschaftlichkeit und Effizienz der Belichtungslösung ist eine individuelle Lichtplanung notwendig. Bitte kontaktieren Sie uns unter support@sanlight.info.



EN 60598-2-1:1989, 60598-1:2015, EN 62031:2008+A1:2013+A2:2015, EN 62471:2008

EN 55015:2013, EN 61000-3-2:2014, EN 61000-3-3:2013, EN 61457:2009

UL in Vorbereitung

technische Änderungen vorbehalten. Dezember 2016 © SANlight

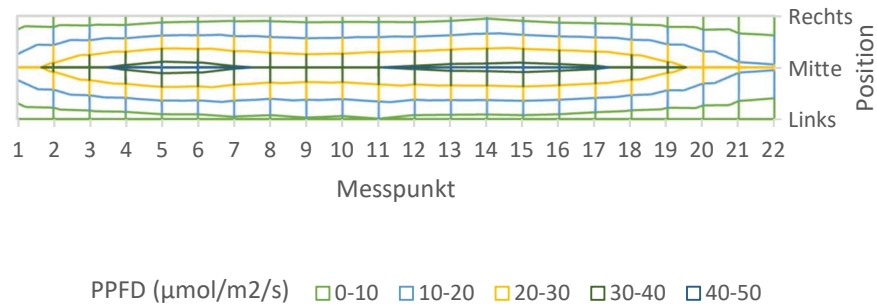
www.sanlight.info

Anhang 4 Rohdaten Messparameter LED-Leuchten

LUX DHlight			LUX Pendularis			LUX SANlight		
Abstand zwischen den Messpunkten: 5.7 cm			Abstand zwischen den Messpunkten: 4.8 cm			Abstand zwischen den Messpunkten: 4.5 cm		
Einheit: Kilolux (kl)			Einheit: Kilolux (kl)			Einheit: Kilolux (kl)		
Messpunkt (P)	Abstand: cm	kl	Messpunkt (P)	Abstand: cm	kl	Messpunkt (P)	Abstand: cm	kl
1	0	3.48	1	0	1.96	1	0	9.8
2	5.7	3.77	2	4.8	2.46	2	4.5	14.21
3	11.4	4.029	3	9.6	2.85	3	9	16.77
4	17.1	4.31	4	14.4	3.11	4	13.5	16.43
5	22.8	4.91	5	19.2	3.28	5	18	13.14
6	28.5	5.74	6	24	3.38	6	22.5	12.05
7	34.2	5.82	7	28.8	3.23	7	27	13.71
8	39.9	6.11	8	33.6	3.18	8	31.5	17.39
9	45.6	6.37	9	38.4	3.03	9	36	18.64
10	51.3	6.57	10	43.2	2.92	10	40.5	17.37
11	57	6.69	11	48	3.08	11	45	14.1
12	62.7	6.75	12	52.8	3.22	12	49.5	12.76
13	68.4	6.62	13	57.6	3.23	13	54	13.27
14	74.1	6.43	14	62.4	3.17	14	58.5	17.5
15	79.8	6.31	15	67.2	3.22	15	63	19.13
16	85.5	5.96	16	72	3.12	16	67.5	18.9
17	91.2	5.76	17	76.8	3.08	17	72	15.6
18	96.9	4.96	18	81.6	2.81	18	76.5	12.6
19	102.6	4.48	19	86.4	2.43	19	81	18.69
20	108.3	4.17	20	91.2	2.35	20	85.5	17.85
21	114	4.025	21	96	2.05	21	90	14.01
22	119.7	3.757	22	100.8	1.67	22	94.5	10.52
Max. (P 12)		6.75	Max. (P 6)		3.38	Max. (P 15)		19.13
Min. (P 1)		3.48	Min. (P 22)		1.67	Min. (P 1)		9.8
Median		5.75	Median		3.08	Median		14.905
Mittelwert		5.319136364	Mittelwert		2.855909091	Mittelwert		15.20181818

PAR DHlight			PAR Pendularis					PAR SANlight		
Abstand zwischen den Messpunkten: 5.7 cm			Abstand zwischen den Messpunkten: 4.8 cm					Abstand zwischen den Messpunkten: 4.5 cm		
Einheit: PPFD $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$			Einheit: PPFD $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$					Einheit: PPFD $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$		
Messpunkt (P)	Abstand: cm	$\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$	Messpunkt (P)	Abstand: cm	$l; \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$	$m; \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$	$r; \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$	Messpunkt (P)	Abstand: cm	$\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$
1	0	70.22	1	0	3.21	25.38	4.32	1	0	241.5
2	5.7	83.41	2	4.8	3.65	32.34	3.76	2	4.5	367
3	11.4	93.85	3	9.6	4.4	38.32	3.35	3	9	419.8
4	17.1	104.1	4	14.4	4.79	41.7	3.07	4	13.5	410.3
5	22.8	111.3	5	19.2	6.49	44.22	4.91	5	18	309.3
6	28.5	118.5	6	24	6.6	43.54	5.54	6	22.5	292.5
7	34.2	125	7	28.8	8.41	40.83	6.24	7	27	336.4
8	39.9	130.3	8	33.6	7.6	39.22	6.5	8	31.5	424.9
9	45.6	132.1	9	38.4	9.14	38.18	5.88	9	36	437.7
10	51.3	134.2	10	43.2	8.24	38.7	5.97	10	40.5	388.9
11	57	134	11	48	9.76	39.91	5.81	11	45	292
12	62.7	134.2	12	52.8	7.35	41.06	5.54	12	49.5	302.2
13	68.4	132.5	13	57.6	7.06	42.3	6.4	13	54	362.8
14	74.1	130.9	14	62.4	6.84	42.59	7.98	14	58.5	432.8
15	79.8	127.3	15	67.2	7.29	43.28	6.24	15	63	408.1
16	85.5	122.2	16	72	6.67	42.34	4.98	16	67.5	322.6
17	91.2	118.1	17	76.8	5.3	41.17	4.64	17	72	284.2
18	96.9	110.9	18	81.6	4.27	38.13	4.19	18	76.5	294.6
19	102.6	100	19	86.4	3.53	33.01	3.7	19	81	353.4
20	108.3	86.19	20	91.2	3.8	27.26	3.55	20	85.5	373.3
21	114	71.37	21	96	3.62	21.84	3.84	21	90	331.6
22	119.7	59.77	22	100.8	2.58	20.99	3.23	22	94.5	231.7
Max. (P 10)		134.2	Max. (P 17)		9.76	44.22	7.98	Max. (P 9)		437.7
Min. (P 22)		59.77	Min. (P 1)		2.58	20.99	3.07	Min. (P 22)		231.7
Median		118.3	Median		6.545	39.565	4.945	Median		344.9
Mittelwert		110.4731818	Mittelwert		5.936363636	37.105	4.983636364	Mittelwert		346.2545455

Lichtverteilung Pendularisleuchte



Anhang 5 Rohdaten Längenwachstum und Blütenbildung

Längenwachstum Versuchsreihe 1 und 2 (grünlaubig), gemessen an allen Haupttrieben der Pflanze, pro Reihe 3 willkürlich gewählte Pflanzen, Angaben in cm gerundet auf 0.5

Datum	Messpunkt	Pendularis								
		1 (am Hauptweg)			2 (Tischmitte)			3 (bei der Seitenlüftung)		
		links	mitte	rechts	links	mitte	rechts	links	mitte	rechts
19.04.2017 KW 16	1	5	6	4	6	3.5	3.5	4	4	4
		7.5	8	5	7.5	5	4	4	4	4
		8	10	5	8	6.5	5	7.5	5	4.5
	2	3.5	3	3	5	6.5	3.5	4	4	5
		4	4	4	5.5	7	4.5	4	6	7
		5	5	5	6	8	7	7	6.5	10
	3	5	4	3.5	4.5	3	4	4.5	4.5	5
		6.5	5	4	6	5	5	6	8	5
		7.5	5	8	6	6	6	7	8	9
26.04.2017 KW 17	1	10	8.5	8.5	8	8	6.5	8.5	5	6
		9	5	9.5	8	8	5	6	6.5	7
		6	4.5	6	6	7	7	5.5	7	6
	2	7.5	11	5	8.5	8	7.5	7	8.5	11
		8	5.5	6	8	9.5	7	6	7.5	8
		5	6.5	6	8.5	6	4.5	7	5	9.5
	3	9.5	6	7.5	8.5	7	9	9.5	11.5	6
		6.5	6	7	5	9.5	7	8	8	6
		9	6	7	8	5.5	9	5	7	6.5
03.05.2017 KW 18	1	11	8	11.5	11.5	9.5	7	7	10	7
		8	16	8.5	10.5	9.5	7.5	7.5	9.5	8
		11	9	7	7.5	10.5	9	11	10.5	8
	2	9.5	9	7.5	13	14.5	9.5	9	14	10
		6.5	14.5	8.5	11	14.5	7	7	11.5	11.5
		6.5	17	6.5	8.5	10	6.5	9	7.5	15.5
	3	14.5	10.5	8	9	11.5	11.5	12	7	9
		9	11	8	9.5	13.5	8.5	11	11.5	7

		8.5	5	9.5	5	7.5	10.5	6.5	14.5	7.5
10.05.2017 KW 19	1	12	14	9	16.5	13	11	14	14.5	12.5
		9.5	21	23	17	15	9.5	12	13	14.5
		14.5	27	12	16	15.5	10.5	17.5	11.5	18.5
	2	7.5	15.5	10.5	13	22.5	8	13	20.5	9
		8.5	25	12	21.5	15	11.5	11	10	11.5
		15.5	14.5	9	22	17	10	12	15.5	17.5
	3	18	20.5	10.5	10	11	15	17.5	16	21.5
		14.5	13.5	12	13	19.5	12	11.5	21	9.5
		15	16.5	10.5	9.5	19	11.5	15	11.5	8
31.05.17 KW 22	1	3.5	4.5	2.5	4	3.5	3	2.5	3	4
		4	5	2.5	3	4.5	3	5	3.5	5
		3	6	3	3	3.5	4	3.5	3.5	5
	2	5	3.5	3	4.5	4	3	2	4	4.5
		6.5	2.5	3.5	2	3	4	3.5	2	3.5
		3	3	4.5	2	2	4.5	4.5	3.5	5
	3	3.5	3	3.5	4.5	4.5	3.5	3.5	3	4
		3.5	2.5	4	4	3	5.5	4.5	3	3.5
		3	4	3	3	3	4	4.5	4	5
07.06.2017 KW 23	1	8	9	6	11	11	10	7	7	7
		7.5	9	7.5	8	9	10	11.5	7.5	7.5
		7.5	12.5	8.5	8.5	8.5	5.5	12	15	7.5
	2	5.5	7	6.5	9	8	7.5	8.5	13	8.5
		3.5	13	8	6	9.5	8	13	5	8
		11	14	8	8	8	12	9	13.5	6
	3	9	7.5	9.5	11.5	9.5	7.5	11	6	7
		5	8	10	11.5	10	9	7.5	11	8
		9.5	11	11	10.5	10.5	11	6	7.5	11.5
14.06.2017 KW 24	1	11.5	10.5	10	6.5	9	10	6.5	8	5.5
		7	12.5	6.5	9	10.5	11.5	10	9.5	8
		7	12.5	5	6	6.5	11.5	14	NA	10.5
	2	11	12	9.5	8	8.5	9	7.5	6	6
		11	7.5	6	8	9	8.5	9	9.5	5
		6	10.5	6.5	9	20.5	15	10.5	13.5	11
	3	6	14	9.5	13.5	7.5	6.5	9.5	11	7.5

		6	9.5	6	9	12	9.5	8	10	12.5
		8.5	14.5	5.5	8	12.5	14	20.5	11.5	9
21.06.2017 KW 25	1	5.5	13.5	6	9	6	14.5	6	10	9
		7	15	8	9	8	12.5	12	16.5	10
		12.5	16	11.5	10.5	14	12	16	13	15
		10.5	16.5	12	5	10	18.5	10	9	6
	2	7	9.5	7.5	4.5	8	18.5	12.5	7.5	9
		7	14	8.5	15	14	10.5	10	5.5	12
		8.5	14.5	9	15	10.5	9.5	8	7.5	10.5
	3	12	9.5	13.5	12.5	25	10	12	17.5	14
		10	13.5	14.5	12	18.5	17	13.5	21	13.5
Blütenbildung; 0 = keine Blütenansätze; 1 = wenig Blütenknospen; 2 = mehrere Blütenknospen; 3 = wenig offene Blüten; 4 = mehrere offene Blüten; 5 = welke Blüte; 6 = verfaulte Blüte										
19.04.2017 KW 16	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26.04.2017 KW 17	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.05.2017 KW 18	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.05.2017 KW 19	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.05.2017 KW 22	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07.06.2017 KW 23	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14.06.2017 KW 24	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0

21.06.2017 KW 25	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
------------------	-------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Längenwachstum Versuchsreihe 1 und 2 (rotlaubig), gemessen an allen Haupttrieben der Pflanze, pro Reihe eine Pflanze, Angaben in cm gerundet auf 0.5

Datum	Messpunkt	Pendularis								
		1 (am Hauptweg)			2 (Tischmitte)			3 (bei der Seitenlüftung)		
		links	mitte	rechts	links	mitte	rechts	links	mitte	rechts
19.04.2017 KW 16	1	4.5	5.5	6	7	5	6	6	8	7
		5	6	8	8	7	6	7	8	7
		6	8	8	8	7	8.5	7	8	9
26.04.2017 KW 17	1	8	7.5	9	10	8	7	9	8	9
		7	7.5	8.5	8.5	9	8	6.5	9	11
		8	6	9	9.5	4	9.5	7	8.5	7.5
03.05.2017 KW 18	1	8	9	11.5	9.5	10	12.5	10	10.5	9.5
		7	6.5	10	10.5	9.5	11	13.5	11	10
		8	8	10.5	12	5	9	7	10.5	9.5
10.05.2017 KW 19	1	11.5	13	14	13	14	11	14	14	13.5
		12.5	7.5	11.5	15	6.5	17	17	15	12
		10.5	11	14.5	18	7.5	13.5	10.5	11.5	15
31.05.2017 KW 22	1	8.5	7	8	7	8	7	4.5	8	6
		8.5	8.5	7	8.5	8.5	5	7	6.5	5
		10	9.5	5	6	8.5	5	9	5	5
07.06.2017 KW 23	1	10	11	10	8.5	11.5	6.5	9	9	8.5
		13	11.5	9.5	10	10.5	6.5	10	11	8
		9.5	12	8	10	12	8	11.5	7.5	7
14.06.2017 KW 24	1	11.5	12.5	11	13	13.5	9	15	14.5	7.5
		16.5	13.5	15	14.5	16.5	8.5	16	12	10.5
		15.5	13.5	9.5	15	14.5	8	10	11.5	13
21.06.2017 KW 25	1	21.5	16	20.5	16	17.5	13.5	15	16.5	10.5
		14	20	17.5	20.5	22.5	12	20	13	15

		19.5	22	15.5	21	20	14.5	19	19	16.5
		Blütenbildung; 0 = keine Blütenansätze; 1 = wenig Blütenknospen; 2 = mehrere Blütenknospen; 3 = wenig offene Blüten; 4 = mehrere offene Blüten; 5 = welke Blüte; 6 = verfaulte Blüte								
19.04.2017 KW 16	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26.04.2017 KW 17	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.05.2017 KW 18	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.05.2017 KW 19	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.05.2017 KW 22	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07.06.2017 KW 23	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14.06.2017 KW 24	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21.06.2017 KW 25	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Längenwachstum Versuchsreihe 1 und 2 (grünlaubig), gemessen an allen Haupttrieben der Pflanze, pro Reihe 3 willkürlich gewählte Pflanzen, Angaben in cm

Datum	Messpunkt	DH-Licht								
		1 (am Hauptweg)			2 (Tischmitte)			3 (bei der Seitenlüftung)		
		links	mitte	rechts	links	mitte	rechts	links	mitte	rechts

19.04.2017 KW 16	1	3.5	4.5	5	4	6	5	5	5	5.5
		4	5.5	5	5	6	5	6	6	6.5
		4.5	7.5	6	6	6.5	6	7.5	8	7
	2	5	5	5	3	4	5	5	3.5	3.5
		8.5	7	5.5	4	5	5	6	5	4
		8.8	8	7.5	4	6.5	6	9	5	5
	3	2.5	4	3.5	7	3.5	5	3	4.5	4
		4	5.5	4.5	7.5	5	5	3.5	4.5	4.5
		4.5	6	6.5	8	6	7.5	5.5	5	6
26.04.2017 KW 17	1	7	5	8	7.5	5.5	6	5.5	8	9
		6	6	4.5	7	8	7	9	5.5	8.5
		4.5	7.5	5.5	6.5	7	7	8.5	9	9.5
	2	5	9.5	10	4	4.5	6.5	5.5	4.5	4.5
		7.5	10	6	6	5	9	5.5	4	6
		5	7	6.5	5.5	6	9	4.5	5	7
	3	8	5	8	9.5	5.5	7	10.5	8	8
		6	7	3.5	11	6	6	9	6	6
		4	8	7	10.5	6	4	10.5	4	6.5
03.05.2017 KW 18	1	6	11	8	10.5	9.5	8.5	12	8	12.5
		5.5	8	6	10	10.5	9.5	8	11.5	13
		7.5	5.5	10	8	11	10.5	8.5	11	8
	2	15	11	10	8	4	8	15.5	5	8.5
		12	7.5	5.5	4.5	6	11	6.5	5	6
		6	10.5	7	4.5	7.5	11	7	8.5	5.5
	3	13.5	5.5	10.5	12.5	6	12	13.5	17	10.5
		14	8	12	12.5	8	6	10.5	3.5	6.5
		8	11.5	9	12	11	11.5	13.5	7.5	13
10.05.2017 KW 19	1	11	21	16.5	23	9.5	11	9	11	15.5
		14.5	11	13	15	12	9.5	18	11	10.5
		18	11	12.5	12	15.5	15	20	8	11
	2	10.5	15.5	22	11	16.5	15	24.5	19	11
		20.5	13.5	14	9	19	19.5	13	19.5	10.5
		20	7	11.5	14.5	10.5	15.5	13.5	13	15
	3	10	20.5	19	20.5	14.5	12	19	16.5	13.5
		11.5	11	15	20.5	20.5	17.5	22.5	18.5	20.5

		13	10	19	20.5	12	21.5	22	8.5	19.5
31.05.17 KW 22	1	4.5	8	9	8.5	6	9	7	5	8
		6	8.5	10	10.5	6.5	9.5	10	6.5	10
		4.5	2	7	6.5	4	10	10.5	8	6
	2	5	7.5	7	5.5	4	3.5	7	4.5	8
		5.5	6	10	7	5.5	8.5	8	8	8
		7	10	3.5	7.5	6	7.5	7	7	2.5
	3	5.5	5	3	4	6	6	7	5	5.5
		6.5	6.5	6	6	7	5	6	7	6.5
		8	7	5	4.5	4	5	6	3.5	8
07.06.2017 KW 23	1	8	7.5	5	9.5	7.5	5	3.5	7.5	10
		6.5	7	6	7.5	5.5	11	8	5.5	9
		7.5	11.5	8	9	9	9	3.5	11.5	8.5
	2	6	8.5	10.5	7	7	7	3	4.5	8
		1.5	7.5	15	8.5	10	9	7	6	5
		8	5	10	6	5	5.5	8.5	12	15
	3	11	6	5	9	6	5.5	3.5	6.5	8.5
		9.5	8	8	6.5	8.5	9	12.5	11.5	8.5
		14	9.5	5	6	11.5 NA		4.5	5	8
14.06.2017 KW 24	1	8.5	11	14	12	9	14	10.5	9	14
		7.5	10.5	15.5	17	10	13.5	11.5	12	11
		7	16.5	7	11.5	7.5	12.5	17	12	7
	2	10	7	5	9	4	3.5	7	6	10
		7	9.5	9.5	13	9.5	11	8.5	9	9
		6.5	10	15.5	16.5	12.5	12.5	10	5	3
	3	9	12	7.5	10	6.5	8.5	13	6	8.5
		14	14	4	7.5	8.5	6	5	10.5	10
		7	3	10	9.5	7	6.5	4	4	9
21.06.2017 KW 25	1	11.5	6	7.5	10.5	13	8	4	7	12
		9.5	15.5	8	13	7.5	15	6	10	11.5
		10.5	10	12	10.5	6.5	12	12	15	10.5
	2	7.5	12	12	8	5	7	9	6	5.5
		15	4	19	11	9.5	7	6	9.5	9
		19	11	14	9	12.5	11	3.5	15	13
	3	12.5	9	5	12.5	8	7	15	7	10

		8.5 2.5	11.5 10	8 13	7.5 8.5	12 15	8 12	6 3.5	13.5 5	18.5 6
		Blütenbildung: 0 = keine Blütenansätze; 1 = wenig Blütenknospen; 2 = mehrere Blütenknospen; 3 = wenig offene Blüten; 4 = mehrere offene Blüten; 5 = welke Blüte; 6 = verfaulte Blüte								
19.04.2017 KW 16	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26.04.2017 KW 17	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.05.2017 KW 18	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.05.2017 KW 19	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.05.2017 KW 22	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07.06.2017 KW 23	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14.06.2017 KW 24	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21.06.2017 KW 25	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Längenwachstum Versuchsreihe 1 und 2 (rotlaubig), gemessen an allen Haupttrieben der Pflanze, pro Reihe eine Pflanze, Angaben in cm gerundet auf 0.5

Datum	Messpunkt	1 (am Hauptweg)	Pendularis 2 (Tischmitte)	3 (bei der Seitenlüftung)
-------	-----------	-----------------	------------------------------	---------------------------

		links	mitte	rechts	links	mitte	rechts	links	mitte	rechts
19.04.2017 KW 16	1	6	7	6	6.5	7	6	6.5	8	6
		6	7	7	7	7	6	6.5	8.5	8
		6.5	8	7.5	8	8	7	7	9	8.5
26.04.2017 KW 17	1	9	9	6	8.5	9	7.5	9	9.5	8
		7	7.5	8	8.5	5	7	7	9.5	10
		7	7	10	8.5	7.5	7	8.5	9	5.5
03.05.2017 KW 18	1	9	7	9	10	7.5	8.5	9.5	9.5	10
		7.5	7.5	8	9	9	8.5	7.5	9.5	9.5
		7	11	11	9	8	10	8.5	10.5	6
10.05.2017 KW 19	1	13	8.5	10	15.5	13	13	16	13	15.5
		7.5	8	10.5	17.5	11	13	11.5	12	14
		9.5	11.5	12	11.5	9.5	11.5	14.5	15	8
31.05.2017 KW 22	1	7	8.5	6.5	12	11	8.5	7	6.5	6.5
		7	10.5	8	9.5	9.5	8.5	11	10	7.5
		5	11	9.5	11.5	11	13	8	9	8
07.06.2017 KW 23	1	7.5	12.5	7.5	16	12	11	12	9	4.5
		8	13.5	12.5	12.5	12	9	14.5	13	7
		10	11	8	14.5	14	14.5	12.5	11.5	6.5
14.06.2017 KW 24	1	8.5	12	6.5	12	12.5	12	11	9	6.5
		10	12.5	7	16	14	10.5	8	11	7
		11	9.5	11	14	18	14	13.5	10	6
21.06.2017 KW 25	1	10	11.5	8	16	14	13	11	14.5	6
		13	14	13.5	13	15.5	11	14.5	15	9
		10	14	8.5	15.5	18	17	14	9.5	10.5
		Blütenbildung: 0 = keine Blütenansätze; 1 = wenig Blütenknospen; 2 = mehrere Blütenknospen; 3 = wenig offene Blüten; 4 = mehrere offene Blüten; 5 = welke Blüte; 6 = verfaulte Blüte								
19.04.2017 KW 16	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26.04.2017 KW 17	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0

03.05.2017 KW 18										
10.05.2017 KW 19	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.05.2017 KW 22	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07.06.2017 KW 23	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14.06.2017 KW 24	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21.06.2017 KW 25	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Längenwachstum Versuchsreihe 1 und 2 (grünlaubig), gemessen an allen Haupttrieben der Pflanze, pro Reihe 3 willkürlich gewählte Pflanzen, Angaben in cm

Datum	Messpunkt	SANlight								
		1 (am Hauptweg)			2 (Tischmitte)			3 (bei der Seitenlüftung)		
		links	mitte	rechts	links	mitte	rechts	links	mitte	rechts
19.04.2017 KW 16	1	6	3	4.5	3.5	5	4	4	2.5	4
		7.5	5.5	5	5	5.5	5	4.5	4.5	4
		7.5	8	8	6	6	5	4.5	9	4
	2	4	4	6.5	4	4.5	4.5	5	4	4
		5.5	5	7	5.5	7	5.5	7	4.5	7
		7.5	6.5	7	7	7.5	6	8.5	5	7.5
	3	6.5	8	4.5	4	3.5	4	3	7	3
		7	8	4.5	4.5	7	6	4.5	8	3.5
		8	8.5	6	5	8	6	8	8	4.5
26.04.2017 KW 17	1	8.5	6.5	9.5	5	7	7	6.5	9	4
		10	8.5	5	6.5	7	4.5	4.5	3	7.5

03.05.2017 KW 18	2	7	9	5	4.5	5.5	6	6.5	8	10
		4.5	10	6.5	5	9.5	5	4.5	5	4.5
		5	7.5	5	5.5	9	7.5	5.5	5	7
		7	3.5	6	4.5	4.5	7.5	6	5	9
	3	9	8	9	7	4	8.5	5.5	4	9
		8	6.5	6.5	8.5	11.5	5	4.6	8.5	7
		8	10	3	7.5	9	6	4.5	9	5.5
	1	7.5	7.5	17.5	5.5	7.5	9.5	8.5	11	4
		6.5	8.5	12	5.5	9	5	7.5	9.5	7
		6	6.5	8	9	6.5	6.5	5	3.5	7
	2	13.5	6	8.5	9	6	11.5	8	5	4.5
		6.5	11	10	9	6.5	8.5	6.5	5	8.5
		5	6	7.5	13	5	5	8.5	5.5	10.5
10.05.2017 KW 19	3	9.5	7	7	6.5	6	6.5	6.5	10	8
		9.5	11.5	7	6.5	5	8.5	6.5	12.5	6
		10	13	8	6	6.5	5.5	5	9	11.5
	1	15	15	10.5	14	11.5	10	13	22	9
		20.5	10.5	10	12.5	11	14	7.5	12	13.5
		22	16	18	20	18	14	14	6	8.5
	2	10	11.5	13	10	9	15.5	12	11	11.5
		11	18.5	10	9	17	9.5	18	10	9.5
		22	12	13	6.5	17	12	18	8.5	10
	3	12	12	12	15	10	11	9.5	8.5	12.5
		15	20	15	17	9.5	12.5	7.5	18.5	16
		11	19.5	11.5	15.5	14.5	12	11	7.5	11
31.05.17 KW 22	1	6.5	4.5	6	6	6.5	5.5	6	8.5	5.5
		6	4	6.5	4	6	5	3	4	6
		8	4	5.5	5	3.5	5	5	4.5	3
	2	8	5	6.5	4	6	5	5	4.5	5.5
		7.5	5	6	4.5	7	6.5	6	6	4.5
		10	3	5	5	6.5	7.5	8	6.5	4
	3	3	4.5	8	4	4.5	5.5	4.5	5.5	4
		2.5	4	8	5.5	5	6	5	5.5	5.5
		5	7	10.5	6.5	5	2.5	8.5	6	5
	1	4.5	10	4.5	6	3.5	4	6	4.5	6.5

07.06.2017 KW 23	2	5.5	11.5	5.5	8.5	8	6	6	6	6.5
		7.5	9	8.5	15	11	8	4	10.5	4
		4	12.5	7.5	6.5	11.5	8.5	6	5.5	7
		7.5	10.5	4.5	6	6	7	7	8	8
	3	5.5	8	5	4.5	5	13	10	8.5	6
		5	6	10	5	5	6.5	6	6	4.5
14.06.2017 KW 24	1	9.5	6	10.5	7.5	4.5	3	6.5	5.5	5.5
		10	6.5	13.5	3.5	7.5	7	12.5	6.5	6.5
		7	6	6	9	8	6	3.5	5.5	8
	2	9	6	8	6	10	6.5	7	6.5	8
		12	5	11	6.5	4	8	7.5	12.5	3.5
		16	7	9	6	8.5	7	5	6.5	7.5
3	10	5	6.5	6.5	5	9.5	10	5	5.5	
	10.5	9	9	8	11	10	11	7.5	4.5	
	5	5.5	10	6	4	5	5	5	4.5	
21.06.2017 KW 25	1	11	6	12	7	5	6	5.5	7	8.5
		11	10.5	15	3.5	7.5	7.5	7	10	7.5
		5.5	12	5	6	4	4	4.5	5	8.5
	2	7	12	7	11.5	9	6.5	7	6.5	8
		8	11.5	11	NA	13.5	10	7.5	13	4
		4	15	5.5	6.5	15	5.5	6	6	8
3	9	8	3	6	5	8.5	8	8.5	6	
	10	12	8	7	6.5	9.5	13	12	5.5	
	8	6.5	9	7.5	5.5	10.5	6	7	7	
		8	6	4	7.5	7	17	17	6	6
		4	9.5	5	4	2.5	8	7	8	12
		Blütenbildung; 0 = keine Blütenansätze; 1 = wenig Blütenknospen; 2 = mehrere Blütenknospen; 3 = wenig offene Blüten; 4 = mehrere offene Blüten; 5 = welke Blüte; 6 = verfaulte Blüte								
19.04.2017 KW 16	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26.04.2017 KW 17	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0

03.05.2017 KW 18	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.05.2017 KW 19	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.05.2017 KW 22	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07.06.2017 KW 23	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14.06.2017 KW 24	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21.06.2017 KW 25	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Längenwachstum Versuchsreihe 1 und 2 (rotlaubig), gemessen an allen Haupttrieben der Pflanze, pro Reihe eine Pflanze, Angaben in cm gerundet auf 0.5

Datum	Messpunkt	SANlight								
		1 (am Hauptweg)			2 (Tischmitte)			3 (bei der Seitenlüftung)		
		links	mitte	rechts	links	mitte	rechts	links	mitte	rechts
19.04.2017 KW 16	1	5.5	5	7	5	5	6	7	5	6
		6	7	7	7.5	5.5	7.5	7	6.5	8
		7.5	7	8	8	6	8.5	8	7.5	8.5
26.04.2017 KW 17	1	9	6.5	7	8	6	8	8	8	7
		6.5	8	7.5	8.5	7	9	7.5	8	8.5
		5.5	6	8.5	5	6	7	8.5	7	7.5
03.05.2017 KW 18	1	8.5	7	8.5	11.5	7.5	8	9	8.5	10.5
		8.5	7.5	8.5	8	7	10	9	9.5	7.5
		5.5	6.5	7	8.5	7	8.5	8	7	9
	1	15.5	9	8.5	12	9	12.5	12.5	13	12.5

10.05.2017 KW 19		9 10	11.5 7.5	12.5 11	10.5 9.5	10.5 8.5	13 9.5	11 12	13.5 8	14.5 8.5
31.05.2017 KW 22	1	11 9 12	10 7.5 6.5	10.5 9 7.5	6.5 6 5	5.5 6 5	6.5 6 6.5	6 6 7.5	6.5 6 5.5	6.5 7 5
07.06.2017 KW 23	1	13.5 13.5 13	12 8.5 8.5	10 14 12	9 11.5 9.5	7 6 7	8.5 7.5 9	7 10 8	8 9 8	7 7.5 7.5
14.06.2017 KW 24	1	13 13 13.5	12 7 9	10 15 13	9 12.5 8	9 7.5 7.5	9 7 7.5	9 8.5 10	8.5 11 9	7 10.5 10.5
21.06.2017 KW 25	1	12.5 15 15	14 8 9.5	11 16 14.5	12 14 12	10 10 11	10 9 11	10.5 14 12.5	11 18 9.5	12 9 11.5

Blütenbildung: 0 = keine Blütenansätze; 1 = wenig Blütenknospen; 2 = mehrere Blütenknospen; 3 = wenig offene Blüten; 4 = mehrere offene Blüten; 5 = welke Blüte; 6 = verfaulte Blüte

19.04.2017 KW 16	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26.04.2017 KW 17	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.05.2017 KW 18	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.05.2017 KW 19	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31.05.2017 KW 22	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07.06.2017 KW 23	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0

14.06.2017 KW 24	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21.06.2017 KW 25	ganze Reihe	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Längenwachstum Versuchsreihe 1 und 2 (grünlaubig), gemessen an allen Haupttrieben der Pflanze, pro Reihe 3 willkürlich gewählte Pflanzen, Angaben in cm

Längenwachstum Versuchsreihe 1 und 2 (rotlaubig), gemessen an allen Haupttrieben der Pflanze, pro Reihe eine Pflanze, Angaben in cm gerundet auf 0.5

Datum	Messpunkt	Kontrolreihe 1 (am Hauptweg)			Datum	Messpunkt	Kontrolreihe 1 (am Hauptweg)		
		links	mitte	rechts			links	mitte	rechts
19.04.2017 KW 16	1	2.5	6	3.5	19.04.2017 KW 16	1	5	4.5	5
		4.5	6.5	4			6	6	7
		5.5	6.5	4			5	8	9
	2	2.5	3.5	4	26.04.2017 KW 17	1	7	7.5	6
		8	4	6			8.5	8.5	6.5
		8	4	7			7.5	8	9
	3	4	3	3.5	03.05.2017 KW 18	1	7	8	10
		5	4.5	4.5			9.5	9	8
		5	5	5.5			8	8.5	8.5
26.04.2017 KW 17	1	6.5	8	5	10.05.2017 KW 19	1	8.5	9	10.5
		4	6	5			10	11	8.5
		3	7	4			9	10.5	10
	2	6	4.5	3.5	31.05.2017 KW 22	1	6	4.5	5.5
		5.5	4.5	7.5			4.5	5.5	6
		3.5	5.5	7			3	4	5.5
	3	9	4.5	5	07.06.2017 KW 23	1	7	8.5	8
		8	3	4			7.5	7	8

		3	5	5			4.5	5.5	9
03.05.2017 KW 18	1	4.5	10.5	6	14.06.2017 KW 24	1	4.5	6.5	7.5
		4.5	3	7.5			7	9	8
		4	8.5	8			8	8	10.5
		3	4.5	5.5			21.06.2017 KW 25	1	6.5
	5.5	4	8.5	9	9	12			
	5.5	5.5	7.5	8.5	10	10			
3	4.5	6.5	7.5	Blütenbildung; 0 = keine Blütenansätze; 1 = wenig Blütenknospen; 2 = mehrere Blütenknospen; 3 = wenig offene Blüten; 4 = mehrere offene Blüten; 5 = welke Blüte; 6 = verfaulte Blüte					
	3.5	4.5	7						
	7	10	7						
10.05.2017 KW 19	1	6.5	8	12	19.04.2017 KW 16	1	0	0	0
		6.5	11	11			0	0	0
		11	10.5	10			0	0	0
	2	8	11.5	10.5	26.04.2017 KW 17	1	0	0	0
		5.5	9.5	6.5			0	0	0
		6	5	10			0	0	0
3	7	7	11.5	03.05.2017 KW 18	1	0	0	0	
	6	7	9.5			0	0	0	
	8	7.5	6			0	0	0	
31.05.17 KW 22	1	4.5	5	5.5	10.05.2017 KW 19	1	0	0	0
		5	4.5	4.5			0	0	0
		3.5	4	4			0	0	0
	2	6	8	4	31.05.2017 KW 22	1	0	0	0
		5.5	4.5	5.5			0	0	0
		3.5	5.5	4			0	0	0
3	6.5	4	4	07.06.2017 KW 23	1	0	0	0	
	7	6.5	7.5			0	0	0	
	3.5	5	6			0	0	0	
07.06.2017 KW 23	1	6	5	3.5	14.06.2017 KW 24	1	0	0	0
		6	5.5	7.5			0	0	0
		8.5	10	7.5			0	0	0
	2	7	5	4.5	21.06.2017 KW 25	1	0	0	0
		7	6.5	9.5			0	0	0
		10	8	7.5			0	0	0
3	6.5	4.5	9						

		9	10	2.5
		7	7.5	7.5
14.06.2017 KW 24	1	9.5	5.5	7.5
		3	5	10.5
		9	9.5	7.5
	2	6.5	4	6.5
		6.5	5	8
		7	13	5.5
	3	5.5	4	5
		9	4	5
		12	8	9
21.06.2017 KW 25	1	8.5	9	8
		9	6	8.5
		7.5	9.5	6
	2	15.5	9.5	6.5
		5	14	10.5
		9	9.5	9
	3	6	6	6.5
		12	10.5	6
		14	6	7.5

Blütenbildung; 0 = keine Blütenansätze; 1 = wenig Blütenknospen; 2 = mehrere Blütenknospen; 3 = wenig offene Blüten; 4 = mehrere offene Blüten; 5 = welke Blüte; 6 = verfaulte Blüte

19.04.2017 KW 16	ganze Reihe	0	0	0
26.04.2017 KW 17	ganze Reihe	0	0	0
03.05.2017 KW 18	ganze Reihe	0	0	0
10.05.2017 KW 19	ganze Reihe	0	0	0

31.05.2017 KW 22	ganze Reihe	0	0	0
07.06.2017 KW 23	ganze Reihe	0	0	0
14.06.2017 KW 24	ganze Reihe	0	0	0
21.06.2017 KW 25	ganze Reihe	0	0	0

Anhang 6 Rohdaten Blatteinhaltsstoffe VR 1 und VR 2

Versuchsreihe 1 (grünlaubig)

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
11.05.2017	12:19:02					24.8	8	1 sup		26.938	0.233	0.14	115.57	
11.05.2017	12:19:12					24.8	8	2 sup		22.979	0.215	0.151	106.91	
11.05.2017	12:19:19					24.81	8	3 sup		23.492	NaN	0.162	NaN	
11.05.2017	12:19:22					24.82	8	4 sup		26.359	NaN	0.135	NaN	
11.05.2017	12:19:28					24.83	8	5 sup		22.053	NaN	0.166	NaN	
11.05.2017	12:19:37					24.84	8	6 sup		20.848	0.215	NaN	97	
11.05.2017	12:19:42					24.86	8	7 sup		16.606	0.205	0.186	81.14	
11.05.2017	12:20:14					24.9	8	8 sup		25.82	NaN	0.18	NaN	
11.05.2017	12:20:18					24.91	8	9 sup		24.527	0.247	0.154	99.24	
11.05.2017	12:20:22					24.92	8	10 sup		27.444	NaN	NaN	NaN	
11.05.2017	12:20:30					24.93	8	11 sup		13.747	NaN	0.208	NaN	
11.05.2017	12:20:34					24.95	8	12 sup		23.277	NaN	0.163	NaN	
11.05.2017	12:20:39					24.96	8	13 sup		26.759	NaN	NaN	NaN	
11.05.2017	12:20:44					24.98	8	14 sup		27.9	NaN	0.13	NaN	
11.05.2017	12:20:52					24.99	8	15 sup		19.246	NaN	NaN	NaN	
11.05.2017	12:20:56					25	8	16 sup		23.627	NaN	NaN	NaN	
11.05.2017	12:21:02					25.02	8	17 sup		25.337	NaN	NaN	NaN	
11.05.2017	12:21:08					25.03	8	18 sup		20.308	0.267	0.165	76.19	
11.05.2017	12:21:24					25.06	8	19 sup		30.661	NaN	0.113	NaN	
11.05.2017	12:21:27					25.06	8	20 sup		22.982	NaN	0.142	NaN	
11.05.2017	12:21:31					25.07	8	21 sup		23.122	0.299	0.16	77.36	
11.05.2017	12:21:36					25.07	8	22 sup		30.483	NaN	NaN	NaN	
11.05.2017	12:21:44					25.09	8	23 sup		25.041	NaN	0.156	NaN	
11.05.2017	12:21:49					25.1	8	24 sup		19.183	0.208	0.154	92.42	
11.05.2017	12:21:54					25.11	8	25 sup		20.869	0.23	0.168	90.73	
11.05.2017	12:22:01					25.12	8	26 sup		19.019	0.246	0.192	77.45	
11.05.2017	12:22:06					25.13	8	27 sup		20.567	0.219	NaN	93.74	
11.05.2017	12:22:11					25.13	8	28 sup		25.165	0.209	0.154	120.39	
11.05.2017	12:22:17					25.13	8	29 sup		23.684	0.265	NaN	89.41	
11.05.2017	12:22:21					25.13	8	30 sup		23.471	0.443	0.177	53.02	
11.05.2017	12:22:27					25.14	8	31 sup		31.21	NaN	0.148	NaN	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
8 DHL 1	23.636	3.977	0.25	0.062	0.159	0.021	90.754	17.462						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
11.05.2017	12:22:55					25.13	9	1 sup		23.237	0.211	NaN	110.39	
11.05.2017	12:23:00					25.13	9	2 sup		24.526	0.232	0.147	105.92	
11.05.2017	12:23:04					25.13	9	3 sup		24.201	0.215	0.146	112.6	
11.05.2017	12:23:09					25.13	9	4 sup		27.835	NaN	NaN	NaN	
11.05.2017	12:23:14					25.14	9	5 sup		19.848	0.187	0.162	105.87	
11.05.2017	12:23:19					25.14	9	6 sup		22.941	0.232	NaN	99.07	
11.05.2017	12:23:25					25.15	9	7 sup		23.788	NaN	NaN	NaN	
11.05.2017	12:23:30					25.15	9	8 sup		29.212	0.228	0.123	127.85	
11.05.2017	12:23:35					25.16	9	9 sup		19.423	0.258	NaN	75.17	
11.05.2017	12:23:39					25.16	9	10 sup		27.481	NaN	0.153	NaN	
11.05.2017	12:23:43					25.17	9	11 sup		19.177	NaN	NaN	NaN	
11.05.2017	12:23:47					25.18	9	12 sup		22.049	NaN	0.154	NaN	
11.05.2017	12:23:54					25.19	9	13 sup		21.011	NaN	NaN	NaN	
11.05.2017	12:23:58					25.2	9	14 sup		21.23	0.243	0.167	87.35	
11.05.2017	12:24:34					25.24	9	15 sup		22.31	0.212	0.162	104.99	
11.05.2017	12:24:41					25.24	9	16 sup		22.879	NaN	0.167	NaN	
11.05.2017	12:24:47					25.24	9	17 sup		23.878	0.205	0.137	116.4	
11.05.2017	12:24:53					25.25	9	18 sup		22.078	0.224	0.147	98.35	
11.05.2017	12:24:58					25.25	9	19 sup		24.037	NaN	0.142	NaN	
11.05.2017	12:25:03					25.26	9	20 sup		15.738	0.294	0.208	53.45	
11.05.2017	12:25:10					25.27	9	21 sup		24.145	NaN	0.144	NaN	
11.05.2017	12:25:14					25.28	9	22 sup		23.437	0.348	0.166	67.38	
11.05.2017	12:25:19					25.29	9	23 sup		14.63	NaN	NaN	NaN	
11.05.2017	12:25:24					25.3	9	24 sup		20.407	0.221	NaN	92.15	
11.05.2017	12:25:28					25.32	9	25 sup		21.54	0.199	NaN	108.06	
11.05.2017	12:25:34					25.32	9	26 sup		20.155	0.388	NaN	51.9	
11.05.2017	12:25:39					25.33	9	27 sup		24.523	NaN	NaN	NaN	
11.05.2017	12:25:43					25.35	9	28 sup		4.91	0.358	NaN	13.73	
11.05.2017	12:25:53					25.37	9	29 sup		23.004	0.286	0.172	80.5	
11.05.2017	12:26:00					25.39	9	30 sup		18.129	NaN	NaN	NaN	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
9 DHL 2	21.725	4.475	0.252	0.059	0.156	0.019	89.506	28.385						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
11.05.2017	12:27:09					25.51	10	1 sup		22.814	NaN	0.156	NaN	
11.05.2017	12:27:13					25.52	10	2 sup		21.289	0.202	0.176	105.27	
11.05.2017	12:27:17					25.53	10	3 sup		24.454	0.217	0.13	112.71	
11.05.2017	12:27:20					25.53	10	4 sup		25.518	NaN	0.126	NaN	
11.05.2017	12:27:24					25.53	10	5 sup		22.443	0.22	0.161	102.03	
11.05.2017	12:27:28					25.53	10	6 sup		23.184	0.232	0.146	99.87	
11.05.2017	12:27:32					25.53	10	7 sup		21.625	0.231	0.166	93.78	
11.05.2017	12:27:36					25.53	10	8 sup		24.336	NaN	NaN	NaN	
11.05.2017	12:27:42					25.53	10	9 sup		21.047	NaN	NaN	NaN	
11.05.2017	12:27:48					25.54	10	10 sup		24.147	NaN	NaN	NaN	
11.05.2017	12:27:54					25.55	10	11 sup		22.962	NaN	0.162	NaN	
11.05.2017	12:27:58					25.55	10	12 sup		27.036	NaN	0.136	NaN	
11.05.2017	12:28:04					25.56	10	13 sup		23.054	0.294	NaN	78.3	
11.05.2017	12:28:08					25.57	10	14 sup		16.53	NaN	NaN	NaN	
11.05.2017	12:28:13					25.57	10	15 sup		20.924	0.228	0.157	91.96	
11.05.2017	12:28:18					25.58	10	16 sup		27.283	NaN	NaN	NaN	
11.05.2017	12:28:23					25.59	10	17 sup		22.646	0.224	0.148	100.88	
11.05.2017	12:28:28					25.59	10	18 sup		24.903	NaN	NaN	NaN	
11.05.2017	12:28:33					25.6	10	19 sup		23.358	0.241	NaN	96.73	
11.05.2017	12:28:56					25.6	10	20 sup		24.845	0.282	NaN	87.99	
11.05.2017	12:29:01					25.6	10	21 sup		22.761	NaN	NaN	NaN	
11.05.2017	12:29:06					25.61	10	22 sup		20.957	0.254	0.181	82.45	
11.05.2017	12:29:11					25.61	10	23 sup		21.498	NaN	NaN	NaN	
11.05.2017	12:29:14					25.62	10	24 sup		23.535	NaN	NaN	NaN	
11.05.2017	12:29:18					25.63	10	25 sup		19.962	0.246	0.173	81.08	
11.05.2017	12:29:22					25.63	10	26 sup		24.877	0.245	0.139	101.7	
11.05.2017	12:29:26					25.63	10	27 sup		20.852	0.224	NaN	92.89	
11.05.2017	12:29:31					25.63	10	28 sup		21.525	0.226	NaN	95.24	
11.05.2017	12:29:38					25.64	10	29 sup		20.998	0.218	0.157	96.12	
11.05.2017	12:29:42					25.65	10	30 sup		27.439	NaN	NaN	NaN	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
10 DHL 3	22.96	2.339	0.237	0.024	0.154	0.017	94.937	9.203						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
11.05.2017	12:08:35					24.12	5	1 sup		22.026	0.262	0.157	84.19	NEW
11.05.2017	12:08:41					24.14	5	2 sup		18.281	0.196	0.208	93.27	
11.05.2017	12:08:48					24.15	5	3 sup		15.016	0.203	0.235	73.9	
11.05.2017	12:08:56					24.16	5	4 sup		16.225	0.203	0.195	79.85	
11.05.2017	12:09:04					24.18	5	5 sup		19.723	0.23	0.164	85.75	
11.05.2017	12:09:08					24.19	5	6 sup		25.386	0.206	0.147	123.17	
11.05.2017	12:09:15					24.2	5	7 sup		20.839	0.213	0.172	97.63	
11.05.2017	12:09:20					24.2	5	8 sup		20.353	0.208	0.176	98.06	
11.05.2017	12:09:24					24.21	5	9 sup		21.421	0.208	0.178	103.2	
11.05.2017	12:09:31					24.22	5	10 sup		22.003	0.249	0.159	88.46	
11.05.2017	12:09:37					24.24	5	11 sup		20.599	0.208	0.182	99.24	
11.05.2017	12:09:41					24.24	5	12 sup		21.554	0.206	0.178	104.58	
11.05.2017	12:09:45					24.24	5	13 sup		19.984	0.236	0.167	84.61	
11.05.2017	12:09:49					24.25	5	14 sup		19.742	0.189	0.176	104.52	
11.05.2017	12:09:55					24.26	5	15 sup		21.014	0.202	0.16	104.16	
11.05.2017	12:10:01					24.26	5	16 sup		22.176	0.208	0.158	106.84	
11.05.2017	12:10:05					24.27	5	17 sup		19.318	0.195	0.164	99.29	
11.05.2017	12:10:10					24.28	5	18 sup		21.422	0.212	0.141	101.06	
11.05.2017	12:10:15					24.29	5	19 sup		24.403	0.203	0.142	120.1	
11.05.2017	12:10:20					24.29	5	20 sup		20.466	0.186	0.165	109.99	
11.05.2017	12:10:30					24.3	5	21 sup		20.921	0.236	0.176	88.58	
11.05.2017	12:10:34					24.3	5	22 sup		20.088	0.196	0.17	102.5	
11.05.2017	12:10:37					24.31	5	23 sup		22.316	0.197	0.192	113.04	
11.05.2017	12:10:40					24.32	5	24 sup		19.105	0.182	0.191	105.04	
11.05.2017	12:10:58					24.32	5	25 sup		19.232	0.203	0.157	94.65	
11.05.2017	12:11:03					24.33	5	26 sup		15.653	0.19	0.17	82.25	
11.05.2017	12:11:07					24.33	5	27 sup		24.205	0.233	0.147	103.84	
11.05.2017	12:11:12					24.33	5	28 sup		17.822	0.209	0.186	85.26	
11.05.2017	12:11:16					24.34	5	29 sup		22.75	0.197	0.147	115.23	
11.05.2017	12:11:22					24.35	5	30 sup		25.506	0.332	0.138	76.92	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
5 P1	20.652	2.538	0.213	0.029	0.17	0.021	97.639	12.634						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
11.05.2017	12:11:50					24.36	6	1 sup		23.158	0.2	0.154	115.62	
11.05.2017	12:11:53					24.37	6	2 sup		23.941	0.2	0.142	119.52	
11.05.2017	12:11:57					24.38	6	3 sup		19.862	0.187	0.16	105.94	
11.05.2017	12:12:01					24.38	6	4 sup		20.031	0.192	0.156	104.48	
11.05.2017	12:12:05					24.39	6	5 sup		22.976	0.192	0.149	119.84	
11.05.2017	12:12:09					24.4	6	6 sup		22.67	0.186	0.154	121.83	
11.05.2017	12:12:14					24.41	6	7 sup		21.095	0.195	0.163	108.42	
11.05.2017	12:12:18					24.42	6	8 sup		21.567	0.208	0.15	103.9	
11.05.2017	12:12:22					24.43	6	9 sup		20.84	0.196	0.167	106.33	
11.05.2017	12:12:26					24.44	6	10 sup		19.674	0.206	0.212	95.46	
11.05.2017	12:12:31					24.45	6	11 sup		17.047	0.285	0.176	59.81	
11.05.2017	12:12:37					24.47	6	12 sup		30.906	0.283	0.127	109.09	
11.05.2017	12:12:42					24.5	6	13 sup		14.41	0.521	0.213	27.64	
11.05.2017	12:12:46					24.5	6	14 sup		16.479	0.197	0.217	83.47	
11.05.2017	12:12:52					24.52	6	15 sup		16.8	0.172	0.187	97.53	
11.05.2017	12:12:55					24.52	6	16 sup		21.696	0.197	0.156	109.9	
11.05.2017	12:12:58					24.53	6	17 sup		NaN	NaN	1.153	NaN	
11.05.2017	12:13:02					24.53	6	18 sup		17.207	0.193	0.178	89.09	
11.05.2017	12:13:06					24.54	6	19 sup		21.742	0.196	0.171	110.93	
11.05.2017	12:13:13					24.56	6	20 sup		21.878	0.203	0.147	107.67	
11.05.2017	12:13:17					24.57	6	21 sup		15.432	0.415	0.211	37.16	
11.05.2017	12:13:21					24.59	6	22 sup		21.433	0.417	0.148	51.34	
11.05.2017	12:13:25					24.59	6	23 sup		24.517	0.213	0.141	114.86	
11.05.2017	12:13:30					24.61	6	24 sup		18.131	0.203	0.185	89.23	
11.05.2017	12:13:50					24.63	6	25 sup		21.801	0.196	0.155	111.24	
11.05.2017	12:14:00					24.65	6	26 sup		19.139	0.197	0.209	96.95	
11.05.2017	12:14:05					24.65	6	27 sup		24.87	0.208	0.17	119.82	
11.05.2017	12:14:10					24.67	6	28 sup		19.071	0.208	0.177	91.88	
11.05.2017	12:14:16					24.68	6	29 sup		23.297	0.203	0.141	114.66	
11.05.2017	12:14:21					24.7	6	30 sup		21.158	0.196	0.166	107.95	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
6 P2	20.787	3.351	0.23	0.082	0.201	0.181	97.64	24.4						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
11.05.2017	12:14:59					24.7	7	1 sup		19.968	0.211	0.177	94.86	
11.05.2017	12:15:04					24.7	7	2 sup		20.987	0.208	0.162	101.11	
11.05.2017	12:15:10					24.71	7	3 sup		21.647	0.351	0.168	61.72	
11.05.2017	12:15:15					24.68	7	4 sup		24.08	0.212	0.138	113.6	
11.05.2017	12:15:19					24.68	7	5 sup		23.689	0.208	0.143	114.13	
11.05.2017	12:15:22					24.68	7	6 sup		18.567	0.175	0.173	106.11	
11.05.2017	12:15:26					24.69	7	7 sup		21.862	0.192	0.166	114.03	
11.05.2017	12:15:30					24.69	7	8 sup		23.268	0.197	0.145	117.86	
11.05.2017	12:15:34					24.7	7	9 sup		21.74	0.195	0.147	111.74	
11.05.2017	12:15:38					24.7	7	10 sup		17.295	0.195	0.171	88.89	
11.05.2017	12:15:42					24.71	7	11 sup		26.894	0.208	0.132	129.57	
11.05.2017	12:15:50					24.72	7	12 sup		20.184	0.199	0.167	101.5	
11.05.2017	12:16:00					24.74	7	13 sup		25.94	0.202	0.141	128.58	
11.05.2017	12:16:06					24.75	7	14 sup		24.033	0.203	0.142	118.28	
11.05.2017	12:16:31					24.79	7	15 sup		16.543	0.202	0.217	82	
11.05.2017	12:16:36					24.8	7	16 sup		18.396	0.203	0.215	90.54	
11.05.2017	12:16:41					24.81	7	17 sup		22.169	0.199	0.158	111.48	
11.05.2017	12:16:49					24.83	7	18 sup		16.439	0.189	0.175	87.03	
11.05.2017	12:16:53					24.84	7	19 sup		16.907	0.195	0.181	86.9	
11.05.2017	12:16:59					24.85	7	20 sup		19.817	0.192	0.173	103.37	
11.05.2017	12:17:06					24.86	7	21 sup		23.292	0.208	0.147	112.22	
11.05.2017	12:17:12					24.87	7	22 sup		22.707	0.19	0.16	119.32	
11.05.2017	12:17:15					24.84	7	23 sup		24.055	0.2	0.156	120.1	
11.05.2017	12:17:19					24.85	7	24 sup		24.694	0.203	0.149	121.53	
11.05.2017	12:17:22					24.85	7	25 sup		21.09	0.193	0.163	109.2	
11.05.2017	12:17:29					24.8	7	26 sup		18.515	0.203	0.182	91.12	
11.05.2017	12:17:35					24.79	7	27 sup		24.621	0.206	0.138	119.46	
11.05.2017	12:17:41					24.8	7	28 sup		15.564	0.195	0.225	80	
11.05.2017	12:17:47					24.81	7	29 sup		15.227	0.159	0.222	95.89	
11.05.2017	12:18:02					24.81	7	30 sup		21.784	0.187	0.161	116.19	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
7 P3	21.066	3.184	0.203	0.03	0.166	0.025	104.943	16.076						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
11.05.2017	12:30:02					25.65	11	1 sup		20.573	0.261	0.181	78.92	
11.05.2017	12:30:08					25.66	11	2 sup		23.065	0.325	0.161	70.96	
11.05.2017	12:30:14					25.69	11	3 sup		16.351	0.272	0.191	60.06	
11.05.2017	12:30:24					25.72	11	4 sup		18.22	0.333	0.202	54.79	
11.05.2017	12:30:30					25.75	11	5 sup		13.824	0.287	0.232	48.08	
11.05.2017	12:30:37					25.78	11	6 sup		21.555	0.39	0.183	55.21	
11.05.2017	12:30:42					25.8	11	7 sup		17.486	0.272	0.207	64.23	
11.05.2017	12:30:46					25.82	11	8 sup		17.014	0.31	0.205	54.81	
11.05.2017	12:30:50					25.84	11	9 sup		15.516	0.3	0.228	51.77	
11.05.2017	12:30:55					25.86	11	10 sup		15.931	0.248	0.212	64.29	
11.05.2017	12:31:01					25.89	11	11 sup		12.301	0.287	0.239	42.79	
11.05.2017	12:31:06					25.92	11	12 sup		17.521	0.267	0.198	65.56	
11.05.2017	12:31:12					25.94	11	13 sup		14.725	0.336	0.235	43.78	
11.05.2017	12:31:16					25.97	11	14 sup		19.41	0.37	0.197	52.5	
11.05.2017	12:31:22					26	11	15 sup		13.677	0.471	0.226	29.06	
11.05.2017	12:31:26					26.01	11	16 sup		17.77	0.267	0.204	66.49	
11.05.2017	12:31:39					26.05	11	17 sup		15.04	0.284	0.226	52.95	
11.05.2017	12:31:43					26.07	11	18 sup		18.91	0.34	0.194	55.6	
11.05.2017	12:31:48					26.1	11	19 sup		14.071	0.286	0.221	49.24	
11.05.2017	12:31:54					26.12	11	20 sup		18.913	0.277	0.185	68.21	
11.05.2017	12:31:57					26.15	11	21 sup		16.53	0.399	0.205	41.43	
11.05.2017	12:32:03					26.17	11	22 sup		26.6	0.264	0.158	100.78	
11.05.2017	12:32:08					26.19	11	23 sup		16.751	0.384	0.206	43.61	
11.05.2017	12:32:14					26.22	11	24 sup		16.905	0.352	0.203	48.06	
11.05.2017	12:32:18					26.23	11	25 sup		16.115	0.307	0.225	52.52	
11.05.2017	12:32:22					26.26	11	26 sup		15.619	0.463	0.206	33.71	
11.05.2017	12:32:29					26.28	11	27 sup		16.545	0.277	0.203	59.67	
11.05.2017	12:32:37					26.3	11	28 sup		13.678	0.331	0.232	41.37	
11.05.2017	12:32:46					26.34	11	29 sup		17.231	0.378	0.22	45.6	
11.05.2017	12:32:52					26.37	11	30 sup		11.474	0.279	0.224	41.13	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
11 SL1	16.977	3.149	0.321	0.058	0.207	0.02	54.573	14.254						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
11.05.2017	12:33:18					26.4	12	1 sup		15.94	0.272	0.204	58.55	
11.05.2017	12:33:22					26.4	12	2 sup		15.142	0.224	0.21	67.45	
11.05.2017	12:33:26					26.41	12	3 sup		21.926	0.238	0.163	92	
11.05.2017	12:33:31					26.42	12	4 sup		17.925	0.397	0.212	45.17	
11.05.2017	12:33:34					26.43	12	5 sup		13.407	0.501	0.241	26.73	
11.05.2017	12:33:39					26.44	12	6 sup		10.621	0.291	0.267	36.51	
11.05.2017	12:33:45					26.46	12	7 sup		18.706	0.331	0.184	56.57	
11.05.2017	12:33:50					26.48	12	8 sup		19.593	0.478	0.181	40.97	
11.05.2017	12:33:56					26.51	12	9 sup		14.199	0.446	0.223	31.81	
11.05.2017	12:33:59					26.52	12	10 sup		19.134	0.269	0.193	71.16	
11.05.2017	12:34:06					26.55	12	11 sup		18.408	0.234	0.198	78.77	
11.05.2017	12:34:12					26.59	12	12 sup		17.592	0.284	0.202	61.93	
11.05.2017	12:34:17					26.61	12	13 sup		14.76	0.264	0.222	55.92	
11.05.2017	12:34:21					26.63	12	14 sup		14.032	0.254	0.21	55.2	
11.05.2017	12:34:26					26.66	12	15 sup		16.434	0.417	0.21	39.45	
11.05.2017	12:34:31					26.68	12	16 sup		15.417	0.241	0.207	63.85	
11.05.2017	12:34:46					26.72	12	17 sup		17.143	0.307	0.2	55.88	
11.05.2017	12:34:52					26.73	12	18 sup		14.839	0.267	0.213	55.53	
11.05.2017	12:34:56					26.75	12	19 sup		12.28	0.286	0.239	42.97	
11.05.2017	12:35:00					26.7	12	20 sup		15.977	0.321	0.213	49.72	
11.05.2017	12:35:03					26.69	12	21 sup		14.646	0.36	0.221	40.72	
11.05.2017	12:35:06					26.7	12	22 sup		13.788	0.269	0.231	51.28	
11.05.2017	12:35:11					26.67	12	23 sup		14.872	0.279	0.225	53.31	
11.05.2017	12:35:14					26.7	12	24 sup		20.506	0.314	0.182	65.3	
11.05.2017	12:35:21					26.72	12	25 sup		18.015	0.218	0.198	82.47	
11.05.2017	12:35:26					26.74	12	26 sup		19.778	0.245	0.175	80.85	
11.05.2017	12:35:31					26.75	12	27 sup		14.082	0.414	0.224	33.99	
11.05.2017	12:35:34					26.76	12	28 sup		20.039	0.272	0.177	73.61	
11.05.2017	12:35:40					26.78	12	29 sup		17.771	0.281	0.193	63.32	
11.05.2017	12:35:45					26.79	12	30 sup		13.917	0.461	0.23	30.2	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
12 SL 2	16.363	2.687	0.315	0.081	0.208	0.022	55.373	16.71						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
11.05.2017	12:36:01					26.8	13	1 sup		8.936	0.327	0.249	27.33	
11.05.2017	12:36:05					26.81	13	2 sup		17.436	0.537	0.208	32.46	
11.05.2017	12:36:10					26.81	13	3 sup		29.61	0.226	0.121	131.01	
11.05.2017	12:36:15					26.82	13	4 sup		21.674	0.204	0.156	106.41	
11.05.2017	12:36:20					26.83	13	5 sup		21.396	0.267	0.181	80.06	
11.05.2017	12:36:24					26.84	13	6 sup		15.664	0.256	0.209	61.23	
11.05.2017	12:36:28					26.84	13	7 sup		16.939	0.412	0.204	41.11	
11.05.2017	12:36:32					26.86	13	8 sup		14.653	0.301	0.228	48.61	
11.05.2017	12:36:36					26.87	13	9 sup		9.006	0.309	0.254	29.18	
11.05.2017	12:36:41					26.84	13	10 sup		14.355	0.274	0.21	52.41	
11.05.2017	12:36:44					26.84	13	11 sup		15.426	0.397	0.22	38.87	
11.05.2017	12:36:49					26.77	13	12 sup		14.778	0.435	0.218	34	
11.05.2017	12:36:53					26.78	13	13 sup		14.404	0.274	0.224	52.59	
11.05.2017	12:36:58					26.79	13	14 sup		14.622	0.223	0.218	65.58	
11.05.2017	12:37:02					26.8	13	15 sup		16.062	0.334	0.196	48.03	
11.05.2017	12:37:05					26.8	13	16 sup		17.16	0.237	0.197	72.47	
11.05.2017	12:37:09					26.8	13	17 sup		14.137	0.399	0.223	35.43	
11.05.2017	12:37:18					26.82	13	18 sup		16.196	0.336	0.198	48.16	
11.05.2017	12:37:22					26.83	13	19 sup		13.676	0.518	0.237	26.42	
11.05.2017	12:37:26					26.83	13	20 sup		16.122	0.298	0.212	54.11	
11.05.2017	12:37:33					26.86	13	21 sup		13.765	0.342	0.21	40.24	
11.05.2017	12:37:38					26.87	13	22 sup		15.133	0.442	0.197	34.26	
11.05.2017	12:37:42					26.88	13	23 sup		15.146	0.412	0.213	36.76	
11.05.2017	12:37:52					26.91	13	24 sup		14.91	0.354	0.203	42.15	
11.05.2017	12:38:03					26.95	13	25 sup		19.303	0.259	0.18	74.52	
11.05.2017	12:38:12					26.96	13	26 sup		18.975	0.518	0.199	36.66	
11.05.2017	12:38:22					26.99	13	27 sup		15.009	0.456	0.221	32.92	
11.05.2017	12:38:32					27.01	13	28 sup		18.042	0.526	0.206	34.31	
11.05.2017	12:38:37					27.03	13	29 sup		17.14	0.318	0.203	53.96	
11.05.2017	12:38:40					27.03	13	30 sup		14.578	0.301	0.212	48.36	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
13 SL 3	16.142	3.736	0.35	0.097	0.207	0.025	50.653	23.449						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
11.05.2017	12:39:11					27.03	14	1 sup		18.179	0.638	0.193	28.51	
11.05.2017	12:39:19					27.03	14	2 sup		13.448	0.496	0.238	27.1	
11.05.2017	12:39:24					27.03	14	3 sup		17.379	0.235	0.181	73.88	
11.05.2017	12:39:29					27.04	14	4 sup		18.058	0.435	0.2	41.54	
11.05.2017	12:39:33					27.05	14	5 sup		19.414	0.372	0.185	52.22	
11.05.2017	12:39:40					27.06	14	6 sup		23.203	0.282	0.151	82.18	
11.05.2017	12:39:44					27.06	14	7 sup		15.842	0.39	0.197	40.57	
11.05.2017	12:39:49					27.07	14	8 sup		17.81	0.552	0.192	32.29	
11.05.2017	12:39:55					27.09	14	9 sup		21.237	0.325	0.164	65.34	
11.05.2017	12:39:58					27.1	14	10 sup		18.311	0.248	0.176	73.9	
11.05.2017	12:40:02					27.11	14	11 sup		16.227	0.334	0.201	48.52	
11.05.2017	12:40:08					27.13	14	12 sup		15.225	0.526	0.219	28.95	
11.05.2017	12:40:13					27.15	14	13 sup		16.937	0.47	0.207	36.06	
11.05.2017	12:40:23					27.17	14	14 sup		16.276	0.485	0.22	33.56	
11.05.2017	12:40:29					27.18	14	15 sup		16.882	0.266	0.188	63.4	
11.05.2017	12:40:32					27.19	14	16 sup		18.294	0.363	0.197	50.44	
11.05.2017	12:40:35					27.2	14	17 sup		14.656	0.373	0.22	39.31	
11.05.2017	12:40:41					27.22	14	18 sup		15.052	0.355	0.217	42.43	
11.05.2017	12:40:47					27.23	14	19 sup		15.865	0.472	0.209	33.6	
11.05.2017	12:40:50					27.24	14	20 sup		18.278	0.367	0.175	49.84	
11.05.2017	12:40:54					27.25	14	21 sup		18.133	0.248	0.183	72.99	
11.05.2017	12:40:58					27.27	14	22 sup		20.412	0.283	0.163	72.1	
11.05.2017	12:41:07					27.29	14	23 sup		19.063	0.418	0.181	45.63	
11.05.2017	12:41:10					27.31	14	24 sup		18.136	0.332	0.177	54.7	
11.05.2017	12:41:14					27.32	14	25 sup		0.231	0.498	0.236	0.46	
11.05.2017	12:41:17					27.34	14	26 sup		1.155	0.42	0.211	2.75	
11.05.2017	12:41:24					27.37	14	27 sup		16.847	0.245	0.188	68.7	
11.05.2017	12:41:31					27.42	14	28 sup		14.728	0.387	0.19	38.02	
11.05.2017	12:41:35					27.43	14	29 sup		17.351	0.422	0.208	41.09	
11.05.2017	12:41:39					27.45	14	30 sup		17.704	0.28	0.171	63.3	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
14 KR	16.344	4.709	0.384	0.102	0.195	0.021	46.78	19.992						

Versuchsreihe 1 (rotlaubig)

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
12.05.2017	15:53:59					24.63	5	1 sup		16.839	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:54:02					24.63	5	2 sup		17.663	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:54:05					24.63	5	3 sup		22.206	0.402	0.317	55.23	
12.05.2017	15:54:09					24.63	5	4 sup		23.557	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:54:12					24.64	5	5 sup		22.461	NaN	0.331	NaN	
12.05.2017	15:54:17					24.66	5	6 sup		25.989	NaN	0.209	NaN	
12.05.2017	15:54:20					24.66	5	7 sup		20.211	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:54:26					24.66	5	8 sup		20.997	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:54:31					24.67	5	9 sup		24.3	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:54:34					24.67	5	10 sup		27.247	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:54:37					24.68	5	11 sup		23.368	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:54:40					24.68	5	12 sup		18.34	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:54:43					24.68	5	13 sup		18.977	NaN	1.091	NaN	
12.05.2017	15:54:47					24.69	5	14 sup		22.34	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:54:53					24.71	5	15 sup		18.44	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:54:57					24.71	5	16 sup		23.016	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:55:00					24.72	5	17 sup		18.191	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:55:03					24.73	5	18 sup		18.931	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:55:07					24.74	5	19 sup		14.886	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:55:11					24.75	5	20 sup		20.754	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:55:18					24.68	5	21 sup		17.901	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:55:31					24.68	5	22 sup		17.667	1.471	0.602	12.01	
12.05.2017	15:55:34					24.68	5	23 sup		21.822	1.596	0.566	13.67	
12.05.2017	15:55:39					24.68	5	24 sup		19.062	0.756	0.236	25.22	
12.05.2017	15:55:42					24.69	5	25 sup		20.654	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:55:45					24.69	5	26 sup		21.401	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:55:48					24.7	5	27 sup		24.801	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:55:51					24.7	5	28 sup		17.997	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:55:57					24.71	5	29 sup		14.537	0.577	0.387	25.21	
12.05.2017	15:56:06					24.7	5	30 sup		20.221	NaN	NaN	NaN	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
5 DHL 1	20.493	3.087	0.96	0.54	0.467	0.289	26.269	17.339						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
12.05.2017	15:56:19					24.67	6	1 sup		35.434	0.898	NaN	39.48	
12.05.2017	15:56:23					24.68	6	2 sup		26.578	0.335	0.208	79.25	
12.05.2017	15:56:25					24.68	6	3 sup		24.97	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:56:30					24.69	6	4 sup		24.118	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:56:36					24.71	6	5 sup		24.269	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:56:40					24.72	6	6 sup		22.137	0.639	0.271	34.66	
12.05.2017	15:56:46					24.74	6	7 sup		19.703	0.489	0.306	40.26	
12.05.2017	15:56:49					24.75	6	8 sup		26.377	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:56:52					24.75	6	9 sup		26.153	0.426	0.411	61.32	
12.05.2017	15:57:01					24.77	6	10 sup		21.221	NaN	0.237	NaN	
12.05.2017	15:57:04					24.78	6	11 sup		24.948	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:57:08					24.79	6	12 sup		27.141	0.369	0.228	73.63	
12.05.2017	15:57:51					24.83	6	13 sup		27.838	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:57:57					24.84	6	14 sup		24.694	0.462	0.227	53.47	
12.05.2017	15:58:00					24.83	6	15 sup		30.735	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:58:03					24.84	6	16 sup		25.25	NaN	0.183	NaN	
12.05.2017	15:58:07					24.84	6	17 sup		20.645	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:58:11					24.85	6	18 sup		24.668	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:58:18					24.87	6	19 sup		14.574	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:58:21					24.87	6	20 sup		28.93	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:58:25					24.87	6	21 sup		25.6	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:58:30					24.84	6	22 sup		24.099	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:58:34					24.85	6	23 sup		22.532	0.467	0.231	48.28	
12.05.2017	15:58:43					24.83	6	24 sup		20.986	0.682	0.237	30.76	
12.05.2017	15:58:45					24.78	6	25 sup		23.817	0.915	0.212	26.02	
12.05.2017	15:58:48					24.78	6	26 sup		23.781	0.847	NaN	28.06	
12.05.2017	15:58:52					24.79	6	27 sup		24.531	0.53	0.218	46.31	
12.05.2017	15:58:55					24.8	6	28 sup		24.526	0.469	0.222	52.27	
12.05.2017	15:59:05					24.82	6	29 sup		20.91	0.646	NaN	32.39	
12.05.2017	15:59:11					24.83	6	30 sup		27.236	NaN	NaN	NaN	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
6 DHL 2	24.613	3.711	0.584	0.192	0.245	0.058	46.155	16.516						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
12.05.2017	15:59:27					24.84	7	1 sup		29.304	NaN	0.174	NaN	
12.05.2017	15:59:30					24.84	7	2 sup		28.49	0.73	0.221	39.02	
12.05.2017	15:59:35					24.84	7	3 sup		18.816	0.675	0.285	27.89	
12.05.2017	15:59:40					24.84	7	4 sup		24.516	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:59:45					24.85	7	5 sup		19.558	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:59:48					24.86	7	6 sup		22.03	NaN	0.399	NaN	
12.05.2017	15:59:52					24.86	7	7 sup		29.842	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	15:59:57					24.86	7	8 sup		30.457	0.583	0.197	52.27	
12.05.2017	16:00:00					24.87	7	9 sup		27.666	NaN	0.209	NaN	
12.05.2017	16:00:04					24.89	7	10 sup		22.39	NaN	0.246	NaN	
12.05.2017	16:00:07					24.89	7	11 sup		16.824	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	16:00:12					24.91	7	12 sup		30.767	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	16:00:14					24.91	7	13 sup		30.985	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	16:00:17					24.91	7	14 sup		28.064	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	16:00:24					24.92	7	15 sup		20.409	0.497	0.271	41.05	
12.05.2017	16:00:27					24.92	7	16 sup		20.8	NaN	0.255	NaN	
12.05.2017	16:00:30					24.92	7	17 sup		21.451	0.599	0.268	35.84	
12.05.2017	16:00:33					24.93	7	18 sup		21.864	0.589	NaN	37.12	
12.05.2017	16:00:52					24.95	7	19 sup		25.662	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	16:00:55					24.95	7	20 sup		26.422	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	16:00:59					24.95	7	21 sup		28.32	0.592	0.424	47.83	
12.05.2017	16:01:15					24.92	7	22 sup		30.672	0.994	0.189	30.85	
12.05.2017	16:01:18					24.92	7	23 sup		29.785	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	16:01:23					24.92	7	24 sup		21.96	0.482	0.334	45.59	
12.05.2017	16:01:28					24.92	7	25 sup		23.21	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	16:01:32					24.92	7	26 sup		22.665	1.172	0.188	19.34	
12.05.2017	16:01:36					24.93	7	27 sup		22.945	NaN	0.19	NaN	
12.05.2017	16:01:38					24.93	7	28 sup		17.395	NaN	NaN	NaN	
12.05.2017	16:01:44					24.93	7	29 sup		22.868	1.146	0.182	19.95	
12.05.2017	16:01:47					24.94	7	30 sup		21.535	NaN	NaN	NaN	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
7 DHL 3	24.589	4.32	0.733	0.252	0.252	0.077	36.068	10.769						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
12.05.2017	15:47:39					24.75	2	1 sup		18.246	0.541	0.239	33.73	NEW
12.05.2017	15:47:43					24.74	2	2 sup		34.288	0.29	0.324	118.16	
12.05.2017	15:47:47					24.73	2	3 sup		21.088	0.394	0.258	53.59	
12.05.2017	15:47:53					24.72	2	4 sup		19.45	1.241	0.385	15.68	
12.05.2017	15:47:57					24.71	2	5 sup		18.637	0.797	0.245	23.38	
12.05.2017	15:48:01					24.71	2	6 sup		15.246	0.605	0.261	25.2	
12.05.2017	15:48:04					24.7	2	7 sup		20.295	0.747	0.216	27.17	
12.05.2017	15:48:10					24.69	2	8 sup		14.443	0.875	0.365	16.51	
12.05.2017	15:48:15					24.68	2	9 sup		22.093	0.802	0.233	27.55	
12.05.2017	15:48:18					24.68	2	10 sup		20.342	0.538	0.299	37.8	
12.05.2017	15:48:22					24.68	2	11 sup		16.46	0.555	0.278	29.63	
12.05.2017	15:48:24					24.68	2	12 sup		20.798	0.837	0.22	24.85	
12.05.2017	15:48:26					24.68	2	13 sup		21.442	0.756	0.201	28.37	
12.05.2017	15:48:31					24.67	2	14 sup		19.392	0.567	0.221	34.18	
12.05.2017	15:48:35					24.69	2	15 sup		19.193	1.169	0.486	16.43	
12.05.2017	15:48:47					24.69	2	16 sup		16.975	0.4	0.266	42.44	
12.05.2017	15:48:50					24.68	2	17 sup		20.547	0.547	0.247	37.58	
12.05.2017	15:48:53					24.68	2	18 sup		17.252	0.5	0.286	34.52	
12.05.2017	15:48:58					24.69	2	19 sup		22.789	0.778	0.211	29.28	
12.05.2017	15:49:01					24.69	2	20 sup		24.012	0.718	0.246	33.46	
12.05.2017	15:49:05					24.71	2	21 sup		19.537	0.489	0.237	39.92	
12.05.2017	15:49:08					24.76	2	22 sup		19.986	0.605	0.225	33.03	
12.05.2017	15:49:11					24.75	2	23 sup		17.843	0.477	0.341	37.43	
12.05.2017	15:49:18					24.74	2	24 sup		15.748	0.612	0.395	25.75	
12.05.2017	15:49:21					24.74	2	25 sup		20.999	0.73	0.199	28.76	
12.05.2017	15:49:25					24.74	2	26 sup		18.757	0.853	0.344	22	
12.05.2017	15:49:28					24.73	2	27 sup		15.382	0.595	0.482	25.84	
12.05.2017	15:49:32					24.72	2	28 sup		19.529	0.792	0.272	24.65	
12.05.2017	15:49:35					24.72	2	29 sup		23.848	0.792	0.218	30.1	
12.05.2017	15:49:40					24.71	2	30 sup		21.064	0.702	0.227	30.02	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
2 P1	19.856	3.658	0.677	0.208	0.281	0.077	32.9	17.993						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
12.05.2017	15:49:57					24.69	3	1 sup		27.098	0.492	0.196	55.08	
12.05.2017	15:50:01					24.69	3	2 sup		25.292	0.433	0.223	58.36	
12.05.2017	15:50:03					24.69	3	3 sup		19.26	0.328	0.429	58.75	
12.05.2017	15:50:06					24.69	3	4 sup		26.274	0.718	0.243	36.61	
12.05.2017	15:50:09					24.69	3	5 sup		24.943	1.009	0.236	24.73	
12.05.2017	15:50:12					24.7	3	6 sup		26.049	0.765	0.209	34.06	
12.05.2017	15:50:15					24.7	3	7 sup		27.095	0.678	0.188	39.94	
12.05.2017	15:50:18					24.7	3	8 sup		22.376	0.847	0.23	26.4	
12.05.2017	15:50:20					24.7	3	9 sup		19.362	0.774	0.237	25.02	
12.05.2017	15:50:22					24.7	3	10 sup		20.825	0.409	0.317	50.96	
12.05.2017	15:50:24					24.71	3	11 sup		21.337	0.822	0.225	25.97	
12.05.2017	15:50:27					24.71	3	12 sup		23.066	1.031	0.208	22.37	
12.05.2017	15:50:30					24.71	3	13 sup		22.402	0.802	0.237	27.93	
12.05.2017	15:50:33					24.71	3	14 sup		27.095	0.96	0.183	28.23	
12.05.2017	15:50:36					24.72	3	15 sup		23.242	0.411	0.275	56.57	
12.05.2017	15:50:39					24.72	3	16 sup		17.879	0.302	0.358	59.12	
12.05.2017	15:50:42					24.72	3	17 sup		21.014	0.479	0.331	43.85	
12.05.2017	15:50:44					24.73	3	18 sup		20.94	1.307	0.24	16.02	
12.05.2017	15:50:47					24.73	3	19 sup		24.729	0.96	0.226	25.76	
12.05.2017	15:50:49					24.74	3	20 sup		28.091	0.994	0.185	28.26	
12.05.2017	15:50:52					24.74	3	21 sup		20.174	0.722	0.234	27.95	
12.05.2017	15:50:54					24.74	3	22 sup		16.923	0.367	0.37	46.16	
12.05.2017	15:50:57					24.74	3	23 sup		18.775	0.301	0.347	62.45	
12.05.2017	15:51:00					24.74	3	24 sup		23.356	0.797	0.275	29.3	
12.05.2017	15:51:18					24.72	3	25 sup		19.692	0.367	0.304	53.71	
12.05.2017	15:51:20					24.72	3	26 sup		18.52	0.413	0.228	44.84	
12.05.2017	15:51:23					24.73	3	27 sup		16.527	0.615	0.262	26.88	
12.05.2017	15:51:26					24.73	3	28 sup		20.354	0.406	0.206	50.08	
12.05.2017	15:51:29					24.73	3	29 sup		18.812	0.299	0.413	62.94	
12.05.2017	15:51:32					24.73	3	30 sup		22.896	0.445	0.255	51.45	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
3 P2	22.147	3.305	0.642	0.274	0.262	0.067	39.992	14.422						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
12.05.2017	15:51:49					24.72	4	1 sup		18.291	0.567	0.278	32.24	
12.05.2017	15:51:51					24.72	4	2 sup		16.923	0.57	0.299	29.67	
12.05.2017	15:51:55					24.72	4	3 sup		18.952	0.377	0.308	50.3	
12.05.2017	15:51:57					24.72	4	4 sup		20.628	0.288	0.192	71.51	
12.05.2017	15:52:01					24.71	4	5 sup		17.58	0.909	0.306	19.33	
12.05.2017	15:52:05					24.71	4	6 sup		18.951	0.625	0.255	30.33	
12.05.2017	15:52:07					24.71	4	7 sup		18.172	0.275	0.315	66.11	
12.05.2017	15:52:11					24.71	4	8 sup		19.764	0.379	0.23	52.17	
12.05.2017	15:52:14					24.71	4	9 sup		20.556	0.625	0.225	32.9	
12.05.2017	15:52:17					24.71	4	10 sup		17.788	0.335	0.229	53.04	
12.05.2017	15:52:20					24.71	4	11 sup		17.041	0.288	0.287	59.08	
12.05.2017	15:52:23					24.71	4	12 sup		19.864	1.031	0.422	19.27	
12.05.2017	15:52:27					24.71	4	13 sup		26.497	0.622	0.213	42.63	
12.05.2017	15:52:30					24.71	4	14 sup		25.104	0.363	0.215	69.23	
12.05.2017	15:52:33					24.71	4	15 sup		16.731	0.464	0.283	36.04	
12.05.2017	15:52:36					24.71	4	16 sup		21.918	0.347	0.295	63.19	
12.05.2017	15:52:39					24.7	4	17 sup		19.411	0.328	0.375	59.21	
12.05.2017	15:52:43					24.7	4	18 sup		18.334	0.738	0.387	24.83	
12.05.2017	15:52:45					24.7	4	19 sup		23.326	1.446	0.233	16.13	
12.05.2017	15:53:01					24.65	4	20 sup		21.888	0.339	0.286	64.53	
12.05.2017	15:53:05					24.65	4	21 sup		26.273	0.967	0.2	27.18	
12.05.2017	15:53:07					24.65	4	22 sup		24.252	0.297	0.307	81.62	
12.05.2017	15:53:10					24.65	4	23 sup		21.881	0.592	0.206	36.95	
12.05.2017	15:53:13					24.65	4	24 sup		20.058	0.605	0.26	33.15	
12.05.2017	15:53:15					24.65	4	25 sup		17.272	1.536	0.342	11.24	
12.05.2017	15:53:19					24.65	4	26 sup		23.697	0.347	0.254	68.32	
12.05.2017	15:53:23					24.64	4	27 sup		20.841	0.783	0.212	26.62	
12.05.2017	15:53:25					24.65	4	28 sup		16.893	0.513	0.27	32.92	
12.05.2017	15:53:28					24.64	4	29 sup		14.625	0.347	0.329	42.16	
12.05.2017	15:53:31					24.64	4	30 sup		22.397	0.521	0.245	42.96	
12.05.2017	15:53:36					24.64	4	31 sup		18.215	0.319	0.636	57.17	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
4 P3	20.133	2.991	0.572	0.322	0.287	0.086	43.614	18.736						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
12.05.2017	16:02:28					24.85	8	1 sup		19.86	0.653	0.393	30.43	
12.05.2017	16:02:31					24.85	8	2 sup		18.91	1.123	0.264	16.83	
12.05.2017	16:02:35					24.85	8	3 sup		27.078	1.29	0.19	21	
12.05.2017	16:02:38					24.86	8	4 sup		26.995	0.934	0.185	28.9	
12.05.2017	16:02:40					24.86	8	5 sup		23.632	0.698	0.192	33.87	
12.05.2017	16:02:45					24.88	8	6 sup		22.007	1.238	0.212	17.78	
12.05.2017	16:02:49					24.89	8	7 sup		18.062	0.71	0.281	25.46	
12.05.2017	16:02:55					24.92	8	8 sup		20.078	0.547	0.238	36.72	
12.05.2017	16:02:58					24.92	8	9 sup		17.86	1.096	0.271	16.29	
12.05.2017	16:03:01					24.94	8	10 sup		19.278	0.756	0.217	25.51	
12.05.2017	16:03:04					24.94	8	11 sup		21.453	0.489	0.233	43.84	
12.05.2017	16:03:17					24.94	8	12 sup		18.696	1.196	0.234	15.63	
12.05.2017	16:03:19					24.95	8	13 sup		18.606	1.182	0.223	15.74	
12.05.2017	16:03:24					24.97	8	14 sup		23.07	1.198	0.201	19.25	
12.05.2017	16:03:27					24.98	8	15 sup		28.427	0.535	0.273	53.11	
12.05.2017	16:03:30					24.99	8	16 sup		22.664	0.438	0.359	51.75	
12.05.2017	16:03:32					25	8	17 sup		21.504	0.822	0.251	26.17	
12.05.2017	16:03:35					25.01	8	18 sup		21.496	0.558	0.267	38.49	
12.05.2017	16:03:39					25.03	8	19 sup		19.626	0.892	0.281	22.01	
12.05.2017	16:03:42					25.05	8	20 sup		29.398	0.505	0.303	58.2	
12.05.2017	16:03:46					25.07	8	21 sup		19.746	0.375	0.397	52.69	
12.05.2017	16:03:56					25.13	8	22 sup		18.263	0.555	0.345	32.88	
12.05.2017	16:04:00					25.16	8	23 sup		20.582	0.583	0.463	35.32	
12.05.2017	16:04:04					25.18	8	24 sup		13.951	0.595	0.294	23.43	
12.05.2017	16:04:12					25.23	8	25 sup		20.02	0.412	0.388	48.58	
12.05.2017	16:04:15					25.24	8	26 sup		23.175	1.078	0.213	21.49	
12.05.2017	16:04:18					25.25	8	27 sup		22.49	0.678	0.234	33.2	
12.05.2017	16:04:22					25.26	8	28 sup		20.221	0.908	0.275	22.26	
12.05.2017	16:04:25					25.29	8	29 sup		15.658	0.879	0.308	17.81	
12.05.2017	16:04:29					25.3	8	30 sup		22.099	0.885	0.225	24.97	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
8 SL 1	21.164	3.482	0.794	0.279	0.274	0.07	30.32	12.618						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
12.05.2017	16:06:26					25.07	9	1 sup		26.684	0.599	0.276	44.58	
12.05.2017	16:06:29					25.07	9	2 sup		25.416	0.922	0.21	27.58	
12.05.2017	16:06:33					25.08	9	3 sup		24.419	0.447	0.276	54.58	
12.05.2017	16:06:35					25.08	9	4 sup		18.884	0.424	0.375	44.51	
12.05.2017	16:06:37					25.09	9	5 sup		26.263	0.797	0.21	32.95	
12.05.2017	16:06:39					25.1	9	6 sup		25.247	0.734	0.192	34.38	
12.05.2017	16:06:42					25.11	9	7 sup		28.919	0.394	0.287	73.49	
12.05.2017	16:06:46					25.12	9	8 sup		22.54	0.947	0.208	23.81	
12.05.2017	16:06:49					25.13	9	9 sup		21.434	0.738	0.218	29.02	
12.05.2017	16:07:05					25.12	9	10 sup		20.21	0.69	0.245	29.29	
12.05.2017	16:07:07					25.12	9	11 sup		22.521	1.016	0.203	22.17	
12.05.2017	16:07:11					25.13	9	12 sup		25.63	0.842	0.209	30.43	
12.05.2017	16:07:14					25.15	9	13 sup		15.199	0.96	0.287	15.84	
12.05.2017	16:07:17					25.16	9	14 sup		20.585	0.558	0.315	36.86	
12.05.2017	16:07:21					25.18	9	15 sup		19.94	0.639	0.272	31.22	
12.05.2017	16:07:25					25.2	9	16 sup		20.433	0.388	0.306	52.62	
12.05.2017	16:07:26					25.21	9	17 sup		20.761	0.348	0.293	59.69	
12.05.2017	16:07:28					25.22	9	18 sup		21.621	0.787	0.205	27.48	
12.05.2017	16:07:32					25.24	9	19 sup		26.558	0.709	0.242	37.48	
12.05.2017	16:07:35					25.25	9	20 sup		22.067	0.501	0.292	44	
12.05.2017	16:07:38					25.26	9	21 sup		23.311	1.17	0.255	19.92	
12.05.2017	16:07:40					25.28	9	22 sup		20.651	0.986	0.245	20.94	
12.05.2017	16:07:44					25.3	9	23 sup		25.4	0.773	0.229	32.87	
12.05.2017	16:07:46					25.31	9	24 sup		21.693	0.499	0.373	43.48	
12.05.2017	16:07:48					25.32	9	25 sup		22.61	1	0.225	22.6	
12.05.2017	16:07:51					25.34	9	26 sup		18.015	1.046	0.268	17.23	
12.05.2017	16:07:54					25.35	9	27 sup		25.452	1.008	0.226	25.26	
12.05.2017	16:07:56					25.37	9	28 sup		23.817	1.078	0.213	22.09	
12.05.2017	16:07:59					25.38	9	29 sup		23.568	0.933	0.206	25.26	
12.05.2017	16:08:01					25.4	9	30 sup		26.364	0.738	0.189	35.75	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
9 SL 2	22.874	3.027	0.756	0.235	0.252	0.049	33.913	13.426						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
12.05.2017	16:08:14					25.43	10	1 sup		24.695	0.806	0.274	30.65	
12.05.2017	16:08:17					25.44	10	2 sup		22.205	0.742	0.288	29.93	
12.05.2017	16:08:22					25.46	10	3 sup		22.898	0.645	0.3	35.52	
12.05.2017	16:08:25					25.47	10	4 sup		17.004	1.127	0.393	15.08	
12.05.2017	16:08:28					25.48	10	5 sup		18.071	0.617	0.458	29.28	
12.05.2017	16:08:30					25.48	10	6 sup		18.979	1	0.276	18.97	
12.05.2017	16:08:32					25.49	10	7 sup		22.249	0.51	0.336	43.67	
12.05.2017	16:08:36					25.5	10	8 sup		26.678	0.902	0.249	29.56	
12.05.2017	16:08:37					25.5	10	9 sup		27.197	0.787	0.208	34.57	
12.05.2017	16:08:42					25.52	10	10 sup		20.488	1.328	0.36	15.43	
12.05.2017	16:08:44					25.53	10	11 sup		17.219	1.203	0.259	14.31	
12.05.2017	16:08:46					25.53	10	12 sup		13.79	0.846	0.438	16.29	
12.05.2017	16:08:50					25.54	10	13 sup		25.928	0.395	0.296	65.69	
12.05.2017	16:08:54					25.55	10	14 sup		19.997	0.816	0.235	24.52	
12.05.2017	16:08:56					25.55	10	15 sup		21.133	1.251	0.232	16.9	
12.05.2017	16:08:59					25.56	10	16 sup		24.427	0.693	0.236	35.26	
12.05.2017	16:09:01					25.57	10	17 sup		20.638	0.852	0.228	24.23	
12.05.2017	16:09:04					25.57	10	18 sup		23.325	1.074	0.245	21.71	
12.05.2017	16:09:06					25.58	10	19 sup		22.574	1.088	0.222	20.76	
12.05.2017	16:09:08					25.6	10	20 sup		42.223	0.496	0.421	85.09	
12.05.2017	16:09:12					25.61	10	21 sup		25.978	1.434	0.184	18.11	
12.05.2017	16:09:13					25.62	10	22 sup		27.319	0.555	0.337	49.27	
12.05.2017	16:09:15					25.63	10	23 sup		27.805	1.404	0.183	19.8	
12.05.2017	16:09:18					25.63	10	24 sup		27.398	1.015	0.201	26.99	
12.05.2017	16:09:19					25.64	10	25 sup		22.698	1.062	0.221	21.38	
12.05.2017	16:09:24					25.67	10	26 sup		14.202	0.852	0.334	16.67	
12.05.2017	16:09:29					25.69	10	27 sup		21.356	0.874	0.264	24.44	
12.05.2017	16:09:31					25.7	10	28 sup		23.623	1.078	0.261	21.91	
12.05.2017	16:09:37					25.72	10	29 sup		22.187	0.454	0.215	48.91	
12.05.2017	16:09:40					25.74	10	30 sup		20.733	0.764	0.24	27.15	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
10 SL 3	22.834	5.22	0.889	0.281	0.28	0.074	29.401	15.849						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
12.05.2017	16:10:09					25.66	11	1 sup		22.086	0.738	0.381	29.95	
12.05.2017	16:10:11					25.65	11	2 sup		20.943	0.952	0.3	21.99	
12.05.2017	16:10:14					25.64	11	3 sup		20.365	1.328	0.386	15.34	
12.05.2017	16:10:16					25.63	11	4 sup		19.676	1.015	0.296	19.39	
12.05.2017	16:10:19					25.61	11	5 sup		17.133	0.868	0.317	19.74	
12.05.2017	16:10:23					25.6	11	6 sup		18.364	1.286	0.733	14.27	
12.05.2017	16:10:25					25.59	11	7 sup		16.807	0.791	0.79	21.24	
12.05.2017	16:10:28					25.58	11	8 sup		18.775	1.087	0.49	17.28	
12.05.2017	16:10:31					25.57	11	9 sup		17.731	1.122	0.265	15.8	
12.05.2017	16:10:33					25.56	11	10 sup		19.001	1.015	0.343	18.72	
12.05.2017	16:10:36					25.55	11	11 sup		18.008	0.801	0.701	22.48	
12.05.2017	16:10:38					25.55	11	12 sup		19.886	1.585	0.616	12.54	
12.05.2017	16:10:41					25.54	11	13 sup		18.4	1.92	0.626	9.58	
12.05.2017	16:10:43					25.53	11	14 sup		20.588	1.074	0.763	19.16	
12.05.2017	16:10:46					25.52	11	15 sup		19.403	1.328	0.429	14.61	
12.05.2017	16:10:47					25.52	11	16 sup		20.79	0.645	0.557	32.25	
12.05.2017	16:10:50					25.51	11	17 sup		21.854	1.267	0.265	17.25	
12.05.2017	16:10:52					25.51	11	18 sup		20.721	0.663	0.456	31.27	
12.05.2017	16:10:55					25.5	11	19 sup		18.449	0.733	0.524	25.16	
12.05.2017	16:10:59					25.49	11	20 sup		19.734	1.513	0.432	13.04	
12.05.2017	16:11:05					25.47	11	21 sup		23.742	1.331	0.393	17.84	
12.05.2017	16:11:07					25.46	11	22 sup		21.433	0.811	0.701	26.44	
12.05.2017	16:11:10					25.46	11	23 sup		18.147	0.773	0.8	23.48	
12.05.2017	16:11:12					25.45	11	24 sup		19.493	1.367	0.568	14.26	
12.05.2017	16:11:14					25.44	11	25 sup		17.327	0.515	0.487	33.65	
12.05.2017	16:11:17					25.44	11	26 sup		18.759	1.008	0.403	18.62	
12.05.2017	16:11:21					25.43	11	27 sup		17.941	0.634	0.494	28.29	
12.05.2017	16:11:23					25.43	11	28 sup		17.596	1.203	0.398	14.63	
12.05.2017	16:11:25					25.42	11	29 sup		16.746	0.624	0.517	26.84	
12.05.2017	16:11:29					25.41	11	30 sup		20.339	0.768	0.395	26.47	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
11 KR	19.341	1.709	1.026	0.335	0.494	0.16	20.719	6.422						

Versuchsreihe 2 (grünlaubig)

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
29.06.2017	11:47:45					26.82	11	1 sup		12.844	NaN	NaN	NaN	NEW
29.06.2017	11:47:51					26.78	11	2 sup		2.889	NaN	0.313	NaN	
29.06.2017	11:47:55					26.78	11	3 sup		11.064	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:48:01					26.78	11	4 sup		12.459	0.456	NaN	27.32	
29.06.2017	11:48:11					26.78	11	5 sup		7.784	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:48:21					26.79	11	6 sup		8.29	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:48:29					26.8	11	7 sup		5.096	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:48:33					26.8	11	8 sup		4.639	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:48:37					26.8	11	9 sup		6.369	NaN	0.294	NaN	
29.06.2017	11:48:42					26.8	11	10 sup		6.373	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:48:48					26.8	11	11 sup		12.849	NaN	0.21	NaN	
29.06.2017	11:48:59					26.8	11	12 sup		6.792	0.401	0.324	16.93	
29.06.2017	11:49:05					26.8	11	13 sup		6.905	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:49:09					26.8	11	14 sup		7.123	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:49:19					26.8	11	15 sup		11.857	0.408	NaN	29.08	
29.06.2017	11:49:27					26.79	11	16 sup		5.955	0.442	NaN	13.48	
29.06.2017	11:49:31					26.79	11	17 sup		6.861	0.518	NaN	13.25	
29.06.2017	11:49:34					26.79	11	18 sup		8.413	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:49:38					26.78	11	19 sup		5.502	0.537	0.313	10.24	
29.06.2017	11:49:47					26.78	11	20 sup		5.83	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:49:53					26.79	11	21 sup		13.244	0.262	0.248	50.49	
29.06.2017	11:49:58					26.83	11	22 sup		14.683	NaN	0.179	NaN	
29.06.2017	11:50:02					26.84	11	23 sup		12.397	0.318	0.267	39.03	
29.06.2017	11:50:09					26.85	11	24 sup		12.216	0.405	0.23	30.13	
29.06.2017	11:50:13					26.87	11	25 sup		14.206	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:50:17					26.87	11	26 sup		8.649	0.473	NaN	18.28	
29.06.2017	11:50:22					26.85	11	27 sup		9.281	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:50:27					26.85	11	28 sup		7.751	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:50:31					26.85	11	29 sup		NaN	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:50:35					26.84	11	30 sup		8.963	NaN	0.248	NaN	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
11 DHL 1 g	9.657	3.486	0.397	0.098	0.257	0.05	29.283	15.688						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
29.06.2017	11:52:39					26.87	12	1 sup		12.028	NaN	0.21	NaN	NEW
29.06.2017	11:52:43					26.87	12	2 sup		12.435	0.318	0.213	39.14	
29.06.2017	11:52:46					26.87	12	3 sup		10.818	0.325	NaN	33.28	
29.06.2017	11:52:50					26.87	12	4 sup		4.406	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:52:54					26.87	12	5 sup		10.769	0.316	NaN	34.1	
29.06.2017	11:53:00					26.86	12	6 sup		4.182	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:53:06					26.86	12	7 sup		8.765	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:53:10					26.86	12	8 sup		4.986	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:53:13					26.86	12	9 sup		7.226	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:53:17					26.86	12	10 sup		7.751	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:53:23					26.85	12	11 sup		0.46	0.266	0.24	1.73	
29.06.2017	11:53:26					26.84	12	12 sup		12.623	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:53:29					26.85	12	13 sup		8.496	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:53:37					26.84	12	14 sup		7	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:53:41					26.84	12	15 sup		7.984	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:53:47					26.84	12	16 sup		7.249	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:53:50					26.85	12	17 sup		4.066	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:53:57					26.85	12	18 sup		4.171	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:54:01					26.85	12	19 sup		9.821	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:54:07					26.85	12	20 sup		9.126	0.466	NaN	19.59	
29.06.2017	11:54:14					26.86	12	21 sup		2.578	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:54:18					26.85	12	22 sup		14.101	NaN	0.219	NaN	
29.06.2017	11:54:20					26.85	12	23 sup		1.438	0.376	0.223	3.83	
29.06.2017	11:54:25					26.84	12	24 sup		10.812	0.307	0.22	35.24	
29.06.2017	11:54:30					26.84	12	25 sup		8.776	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:54:36					26.83	12	26 sup		9.632	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:54:41					26.83	12	27 sup		6.094	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:54:46					26.85	12	28 sup		10.078	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:54:50					26.85	12	29 sup		9.009	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:55:02					26.85	12	30 sup		12.472	0.281	0.188	44.44	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
12 DHL 2 g	7.978	3.493	0.332	0.063	0.216	0.016	26.419	16.199						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
29.06.2017	11:55:58					26.85	13	1 sup		5.915	0.518	NaN	11.43	NEW
29.06.2017	11:56:00					26.85	13	2 sup		10.397	0.291	NaN	35.73	
29.06.2017	11:56:04					26.84	13	3 sup		12.662	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:56:09					26.84	13	4 sup		8.05	0.432	NaN	18.62	
29.06.2017	11:56:14					26.83	13	5 sup		7.829	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:56:17					26.83	13	6 sup		15.47	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:56:23					26.82	13	7 sup		14.142	0.3	0.187	47.19	
29.06.2017	11:56:26					26.82	13	8 sup		8.808	0.241	0.23	36.48	
29.06.2017	11:56:30					26.81	13	9 sup		11.666	NaN	0.203	NaN	
29.06.2017	11:56:34					26.81	13	10 sup		8.023	0.952	NaN	8.42	
29.06.2017	11:56:45					26.8	13	11 sup		6.336	NaN	0.299	NaN	
29.06.2017	11:56:49					26.79	13	12 sup		12.903	0.329	0.233	39.25	
29.06.2017	11:56:52					26.79	13	13 sup		2.829	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:56:55					26.79	13	14 sup		2.582	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:56:59					26.78	13	15 sup		9.484	NaN	0.292	NaN	
29.06.2017	11:57:02					26.78	13	16 sup		5.996	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:57:13					26.76	13	17 sup		11.18	0.374	NaN	29.91	
29.06.2017	11:57:17					26.76	13	18 sup		13.721	0.274	NaN	50.1	
29.06.2017	11:57:20					26.76	13	19 sup		9.58	0.271	0.243	35.41	
29.06.2017	11:57:29					26.75	13	20 sup		10.097	0.35	NaN	28.87	
29.06.2017	11:57:35					26.74	13	21 sup		11.807	0.266	NaN	44.45	
29.06.2017	11:57:38					26.74	13	22 sup		8.215	0.316	NaN	26.01	
29.06.2017	11:57:42					26.74	13	23 sup		4.21	NaN	0.346	NaN	
29.06.2017	11:57:45					26.73	13	24 sup		14.664	NaN	0.179	NaN	
29.06.2017	11:57:48					26.73	13	25 sup		9.898	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:57:51					26.72	13	26 sup		14.148	0.354	NaN	40	
29.06.2017	11:57:56					26.71	13	27 sup		6.752	NaN	0.32	NaN	
29.06.2017	11:58:01					26.71	13	28 sup		5.976	NaN	0.34	NaN	
29.06.2017	11:58:04					26.71	13	29 sup		11.985	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	11:58:08					26.71	13	30 sup		7.255	NaN	NaN	NaN	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
13 DHL 3 g	9.419	3.497	0.376	0.181	0.261	0.061	32.276	12.656						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
29.06.2017	11:19:37					23.41	4	1 sup		19.077	0.196	0.181	97.34	NEW
29.06.2017	11:19:41					23.45	4	2 sup		23.087	0.241	0.175	95.85	
29.06.2017	11:19:45					23.47	4	3 sup		17.855	0.225	0.172	79.2	
29.06.2017	11:19:53					23.51	4	4 sup		21.169	0.215	0.153	98.49	
29.06.2017	11:19:56					23.52	4	5 sup		20.547	0.203	0.171	101.12	
29.06.2017	11:19:59					23.52	4	6 sup		15.518	0.273	0.215	56.8	
29.06.2017	11:20:04					23.54	4	7 sup		19.018	0.197	0.175	96.33	
29.06.2017	11:20:11					23.56	4	8 sup		13.489	0.182	0.191	74.16	
29.06.2017	11:20:15					23.57	4	9 sup		19.32	0.195	0.154	99.3	
29.06.2017	11:20:20					23.58	4	10 sup		17.892	0.193	0.159	92.64	
29.06.2017	11:24:57					24.83	4	11 sup		17.299	0.211	0.157	82.18	
29.06.2017	11:25:00					24.84	4	12 sup		17.138	0.175	0.196	97.94	
29.06.2017	11:25:05					24.86	4	13 sup		20.177	0.215	0.159	93.87	
29.06.2017	11:25:07					24.86	4	14 sup		22.987	0.19	0.179	120.79	
29.06.2017	11:25:09					24.86	4	15 sup		22.376	0.199	0.201	112.52	
29.06.2017	11:25:12					24.87	4	16 sup		22.004	0.205	0.174	107.52	
29.06.2017	11:25:17					24.89	4	17 sup		21.37	0.246	0.167	87.02	
29.06.2017	11:25:20					24.9	4	18 sup		16.796	0.236	0.22	71.12	
29.06.2017	11:25:23					24.9	4	19 sup		18.739	0.205	0.215	91.57	
29.06.2017	11:25:31					24.91	4	20 sup		14.1	0.2	0.207	70.4	
29.06.2017	11:25:36					24.92	4	21 sup		12.949	0.205	0.189	63.28	
29.06.2017	11:25:38					24.93	4	22 sup		15.076	0.273	0.186	55.18	
29.06.2017	11:25:41					24.94	4	23 sup		17.941	0.205	0.194	87.67	
29.06.2017	11:25:44					24.94	4	24 sup		16.258	0.193	0.178	84.18	
29.06.2017	11:25:48					24.95	4	25 sup		8.498	0.216	0.243	39.26	
29.06.2017	11:25:51					24.95	4	26 sup		14.48	0.205	0.175	70.75	
29.06.2017	11:25:54					24.95	4	27 sup		20.137	0.258	0.152	77.94	
29.06.2017	11:25:58					24.95	4	28 sup		19.897	0.221	0.163	90.07	
29.06.2017	11:26:01					24.96	4	29 sup		14.438	0.192	0.189	75.31	
29.06.2017	11:26:04					24.97	4	30 sup		19.66	0.227	0.163	86.62	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
4 P1 g	17.616	3.664	0.214	0.024	0.185	0.024	83.259	19.233						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
29.06.2017	11:29:43					26	5	1 sup		16.768	0.212	0.216	78.91	NEW
29.06.2017	11:30:03					26.25	5	2 sup		13.65	0.196	0.206	69.48	
29.06.2017	11:30:09					26.25	5	3 sup		19.167	0.205	0.188	93.43	
29.06.2017	11:30:12					26.25	5	4 sup		17.617	0.294	0.213	59.83	
29.06.2017	11:30:15					26.26	5	5 sup		17.783	0.191	0.196	93.22	
29.06.2017	11:30:18					26.25	5	6 sup		15.314	0.215	0.205	71.08	
29.06.2017	11:30:21					26.26	5	7 sup		19.187	0.257	0.192	74.53	
29.06.2017	11:30:24					26.25	5	8 sup		21.552	0.264	0.171	81.65	
29.06.2017	11:30:26					26.26	5	9 sup		17.42	0.202	0.194	86.14	
29.06.2017	11:30:29					26.26	5	10 sup		18.493	0.202	0.163	91.44	
29.06.2017	11:30:32					26.25	5	11 sup		18.656	0.199	0.177	93.59	
29.06.2017	11:30:35					26.26	5	12 sup		22.236	0.224	0.166	99.05	
29.06.2017	11:30:38					26.26	5	13 sup		22.9	0.208	0.142	110.06	
29.06.2017	11:30:41					26.26	5	14 sup		21.92	0.196	0.18	111.57	
29.06.2017	11:30:43					26.26	5	15 sup		21.159	0.214	0.157	98.88	
29.06.2017	11:30:51					26.26	5	16 sup		21.48	0.207	0.151	103.97	
29.06.2017	11:30:54					26.26	5	17 sup		21.118	0.212	0.156	99.38	
29.06.2017	11:30:57					26.26	5	18 sup		22.347	0.211	0.165	105.9	
29.06.2017	11:31:00					26.26	5	19 sup		18.522	0.207	0.182	89.65	
29.06.2017	11:31:06					26.27	5	20 sup		21.557	0.208	0.165	103.6	
29.06.2017	11:31:12					26.28	5	21 sup		16.843	0.212	0.192	79.26	
29.06.2017	11:31:15					26.28	5	22 sup		13.503	0.194	0.256	69.74	
29.06.2017	11:31:23					26.29	5	23 sup		17.042	0.212	0.178	80.2	
29.06.2017	11:31:27					26.3	5	24 sup		14.473	0.199	0.193	72.61	
29.06.2017	11:31:32					26.32	5	25 sup		19.95	0.215	0.168	92.59	
29.06.2017	11:31:35					26.33	5	26 sup		17.313	0.204	0.176	85	
29.06.2017	11:31:41					26.34	5	27 sup		21.01	0.204	0.144	103.15	
29.06.2017	11:31:44					26.34	5	28 sup		17.279	0.198	0.174	87.31	
29.06.2017	11:31:48					26.35	5	29 sup		17.962	0.204	0.178	88.18	
29.06.2017	11:31:51					26.35	5	30 sup		20.406	0.217	0.149	94.05	
29.06.2017	11:31:54					26.35	5	31 sup		17.242	0.274	0.191	62.95	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
5 P2 g	18.77	2.595	0.215	0.024	0.18	0.024	88.078	13.779						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
29.06.2017	11:33:12					26.57	6	1 sup		21.173	0.221	0.153	95.6	NEW
29.06.2017	11:33:15					26.58	6	2 sup		22.381	0.301	0.158	74.24	
29.06.2017	11:33:22					26.58	6	3 sup		18.271	0.154	0.171	118.74	
29.06.2017	11:33:25					26.58	6	4 sup		16.064	0.202	0.176	79.43	
29.06.2017	11:33:30					26.57	6	5 sup		17.593	0.199	0.175	88.26	
29.06.2017	11:33:32					26.57	6	6 sup		16.603	0.198	0.167	83.9	
29.06.2017	11:33:40					26.57	6	7 sup		19.405	0.211	0.16	91.96	
29.06.2017	11:33:43					26.57	6	8 sup		12.512	0.192	0.192	65.11	
29.06.2017	11:33:48					26.58	6	9 sup		17.266	0.21	0.164	82.4	
29.06.2017	11:33:55					26.57	6	10 sup		17.091	0.201	0.17	85.12	
29.06.2017	11:34:16					26.58	6	11 sup		18.279	0.214	0.18	85.42	
29.06.2017	11:34:19					26.58	6	12 sup		17.047	0.21	0.193	81.35	
29.06.2017	11:34:21					26.58	6	13 sup		19.645	0.208	0.153	94.42	
29.06.2017	11:34:24					26.58	6	14 sup		10.372	0.196	0.202	52.8	
29.06.2017	11:34:27					26.59	6	15 sup		18.385	0.208	0.15	88.36	
29.06.2017	11:34:29					26.59	6	16 sup		11.518	0.18	0.213	64.15	
29.06.2017	11:34:36					26.59	6	17 sup		10.877	0.182	0.269	59.66	
29.06.2017	11:34:43					26.59	6	18 sup		11.221	0.163	0.233	68.76	
29.06.2017	11:34:46					26.59	6	19 sup		14.321	0.226	0.206	63.36	
29.06.2017	11:34:50					26.59	6	20 sup		16.557	0.226	0.174	73.26	
29.06.2017	11:34:57					26.59	6	21 sup		18.541	0.237	0.201	78.3	
29.06.2017	11:35:02					26.58	6	22 sup		14.265	0.196	0.189	72.61	
29.06.2017	11:35:19					26.59	6	23 sup		16.829	0.199	0.165	84.42	
29.06.2017	11:35:22					26.6	6	24 sup		20.039	0.218	0.159	91.73	
29.06.2017	11:35:25					26.6	6	25 sup		19.861	0.207	0.171	96.13	
29.06.2017	11:35:27					26.6	6	26 sup		15.74	0.204	0.165	77.27	
29.06.2017	11:35:36					26.6	6	27 sup		19.293	0.207	0.162	93.38	
29.06.2017	11:35:40					26.61	6	28 sup		20.721	0.331	0.164	62.67	
29.06.2017	11:35:44					26.61	6	29 sup		18.265	0.21	0.166	87.17	
29.06.2017	11:35:47					26.61	6	30 sup		14.685	0.196	0.167	74.75	
29.06.2017	11:35:52					26.61	6	31 sup		17.773	0.208	0.176	85.42	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
6 P3 g	16.858	3.126	0.21	0.033	0.179	0.026	80.649	13.512						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
29.06.2017	14:15:31					25	18	1 sup		6.42	0.438	0.303	14.66	NEW
29.06.2017	14:15:39					25.02	18	2 sup		6.428	0.438	0.283	14.68	
29.06.2017	14:15:45					25.06	18	3 sup		4.837	0.445	0.304	10.87	
29.06.2017	14:15:48					25.07	18	4 sup		8.241	0.353	0.302	23.37	
29.06.2017	14:15:53					25.1	18	5 sup		5.609	0.479	0.307	11.71	
29.06.2017	14:15:56					25.12	18	6 sup		9.631	0.31	0.282	31.11	
29.06.2017	14:15:59					25.14	18	7 sup		5.486	0.477	0.308	11.51	
29.06.2017	14:16:07					25.19	18	8 sup		6.475	0.384	0.296	16.86	
29.06.2017	14:16:10					25.2	18	9 sup		9.577	0.318	0.284	30.15	
29.06.2017	14:16:23					25.25	18	10 sup		9.649	0.325	0.267	29.68	
29.06.2017	14:16:42					25.35	18	11 sup		5.439	0.481	0.289	11.31	
29.06.2017	14:16:45					25.35	18	12 sup		5.125	0.478	0.293	10.72	
29.06.2017	14:16:48					25.36	18	13 sup		5.506	0.374	0.304	14.73	
29.06.2017	14:16:53					25.38	18	14 sup		5.6	0.362	0.304	15.48	
29.06.2017	14:16:56					25.38	18	15 sup		7.499	0.331	0.284	22.68	
29.06.2017	14:17:00					25.39	18	16 sup		5.523	0.319	0.297	17.29	
29.06.2017	14:17:05					25.4	18	17 sup		8.096	0.305	0.254	26.54	
29.06.2017	14:17:08					25.41	18	18 sup		5.285	0.494	0.319	10.71	
29.06.2017	14:17:12					25.41	18	19 sup		8.371	0.412	0.257	20.31	
29.06.2017	14:17:18					25.44	18	20 sup		4.132	0.499	0.315	8.28	
29.06.2017	14:17:35					25.49	18	21 sup		5.931	0.461	0.288	12.87	
29.06.2017	14:17:39					25.49	18	22 sup		6.289	0.478	0.323	13.15	
29.06.2017	14:17:42					25.5	18	23 sup		6.073	0.501	0.301	12.11	
29.06.2017	14:17:45					25.5	18	24 sup		4.905	0.546	0.329	8.99	
29.06.2017	14:17:48					25.51	18	25 sup		4.374	0.557	0.34	7.85	
29.06.2017	14:17:51					25.52	18	26 sup		6.172	0.449	0.302	13.75	
29.06.2017	14:17:56					25.53	18	27 sup		5.263	0.397	0.32	13.26	
29.06.2017	14:17:59					25.54	18	28 sup		5.735	0.444	0.283	12.91	
29.06.2017	14:18:01					25.55	18	29 sup		3.24	0.478	0.37	6.78	
29.06.2017	14:18:06					25.57	18	30 sup		3.956	0.476	0.333	8.32	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
18 SL 1 g	6.162	1.663	0.427	0.073	0.301	0.024	15.421	6.847						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
29.06.2017	14:18:47					25.58	19	1 sup		4.513	0.607	0.3	7.43	NEW
29.06.2017	14:18:51					25.6	19	2 sup		2.624	NaN	0.355	NaN	
29.06.2017	14:18:57					25.61	19	3 sup		6.342	0.501	0.285	12.65	
29.06.2017	14:19:01					25.63	19	4 sup		3.134	0.534	0.334	5.87	
29.06.2017	14:19:04					25.64	19	5 sup		5.278	0.491	0.309	10.75	
29.06.2017	14:19:06					25.66	19	6 sup		3.632	0.563	0.327	6.45	
29.06.2017	14:19:13					25.69	19	7 sup		5.112	0.552	0.312	9.27	
29.06.2017	14:19:16					25.71	19	8 sup		6.996	0.491	0.283	14.25	
29.06.2017	14:19:20					25.72	19	9 sup		2.598	0.494	0.348	5.26	
29.06.2017	14:19:24					25.74	19	10 sup		5.248	0.444	0.288	11.82	
29.06.2017	14:19:31					25.76	19	11 sup		5.792	0.405	0.324	14.29	
29.06.2017	14:19:38					25.78	19	12 sup		4.474	0.419	0.293	10.68	
29.06.2017	14:19:41					25.79	19	13 sup		4.782	0.515	0.317	9.29	
29.06.2017	14:19:45					25.81	19	14 sup		7.776	0.435	0.3	17.89	
29.06.2017	14:19:50					25.84	19	15 sup		4.219	0.439	0.352	9.6	
29.06.2017	14:19:54					25.85	19	16 sup		5.347	0.382	0.302	13.99	
29.06.2017	14:20:03					25.88	19	17 sup		6.624	0.43	0.272	15.4	
29.06.2017	14:20:06					25.89	19	18 sup		5.436	0.471	0.323	11.55	
29.06.2017	14:20:10					25.91	19	19 sup		4.393	0.432	0.329	10.16	
29.06.2017	14:20:14					25.92	19	20 sup		5.357	0.412	0.283	13	
29.06.2017	14:20:27					25.94	19	21 sup		3.979	0.604	0.346	6.59	
29.06.2017	14:20:30					25.96	19	22 sup		5.702	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:20:34					25.97	19	23 sup		5.443	0.43	0.278	12.65	
29.06.2017	14:20:37					25.99	19	24 sup		11.257	0.537	0.261	20.96	
29.06.2017	14:20:43					26	19	25 sup		4.938	0.419	0.313	11.79	
29.06.2017	14:20:46					26.01	19	26 sup		5.818	0.439	0.323	13.24	
29.06.2017	14:20:52					26.03	19	27 sup		4.909	0.512	0.296	9.58	
29.06.2017	14:20:57					26.04	19	28 sup		4.493	0.478	0.312	9.4	
29.06.2017	14:21:01					26.05	19	29 sup		4.26	0.476	0.3	8.95	
29.06.2017	14:21:11					26.07	19	30 sup		4.115	0.507	0.326	8.12	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
19 SL 2 g	5.153	1.641	0.479	0.059	0.31	0.025	11.103	3.601						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
29.06.2017	14:21:52					26.06	20	1 sup		4.263	0.382	0.312	11.16	NEW
29.06.2017	14:21:57					26.05	20	2 sup		3.961	0.461	0.355	8.59	
29.06.2017	14:22:01					26.06	20	3 sup		4.04	0.529	0.37	7.64	
29.06.2017	14:22:04					26.06	20	4 sup		9.478	0.408	0.289	23.25	
29.06.2017	14:22:08					26.06	20	5 sup		5.723	0.414	0.302	13.81	
29.06.2017	14:22:11					26.06	20	6 sup		4.588	0.468	0.304	9.8	
29.06.2017	14:22:16					26.06	20	7 sup		6.188	0.451	0.289	13.72	
29.06.2017	14:22:20					26.06	20	8 sup		9.707	0.318	0.267	30.56	
29.06.2017	14:22:26					26.07	20	9 sup		5.311	0.39	0.315	13.6	
29.06.2017	14:22:37					26.06	20	10 sup		NaN	0.481	0.334	NaN	
29.06.2017	14:22:41					26.07	20	11 sup			0.444	0.305		10.4
29.06.2017	14:22:49					26.08	20	12 sup		3.739	0.486	0.302	7.7	
29.06.2017	14:22:53					26.09	20	13 sup		3.704	0.52	0.323	7.12	
29.06.2017	14:22:59					26.1	20	14 sup		6.086	0.458	0.284	13.28	
29.06.2017	14:23:03					26.1	20	15 sup		4.436	0.461	0.319	9.63	
29.06.2017	14:23:06					26.11	20	16 sup		3.377	0.491	0.315	6.88	
29.06.2017	14:23:10					26.12	20	17 sup		2.296	0.534	0.363	4.3	
29.06.2017	14:23:14					26.13	20	18 sup		3.783	0.456	0.294	8.3	
29.06.2017	14:23:28					26.16	20	19 sup		7.194	0.414	0.301	17.36	
29.06.2017	14:23:32					26.16	20	20 sup		4.116	0.529	0.332	7.79	
29.06.2017	14:23:44					26.16	20	21 sup		2.784	0.526	0.339	5.29	
29.06.2017	14:23:49					26.16	20	22 sup		4.017	0.471	0.313	8.53	
29.06.2017	14:23:52					26.16	20	23 sup		2.154	0.442	0.378	4.88	
29.06.2017	14:23:59					26.16	20	24 sup		7.197	0.518	0.279	13.9	
29.06.2017	14:24:04					26.16	20	25 sup		3.876	0.478	0.297	8.1	
29.06.2017	14:24:08					26.17	20	26 sup		2.19	0.563	0.33	3.89	
29.06.2017	14:24:12					26.18	20	27 sup		5.368	0.466	0.301	11.53	
29.06.2017	14:24:16					26.19	20	28 sup		3.967	0.449	0.313	8.84	
29.06.2017	14:24:25					26.21	20	29 sup		4.108	0.458	0.319	8.96	
29.06.2017	14:24:30					26.21	20	30 sup		3.339	0.468	0.306	7.13	
29.06.2017	14:24:34					26.22	20	31 sup		4.359	0.552	0.293	7.9	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
20 SL 3 g	4.666	1.845	0.467	0.053	0.314	0.026	10.461	5.556						

#yyyy/mm/chh:mm:ss	longitude	latitude	altitude	sat_qual	temp	group	measure	side	Chl	Flav	Anth	NBI	Calib
29.06.2017 11:13:30					18.89	1	1 sup		9.916	0.363	0.28	27.35	NEW
29.06.2017 11:13:42					19.18	1	2 sup		11.433	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017 11:13:46					19.27	1	3 sup		7.618	0.496	0.288	15.34	
29.06.2017 11:13:53					19.25	1	4 sup		10.74	0.345	0.261	31.14	
29.06.2017 11:14:01					19.31	1	5 sup		9.744	0.254	0.264	38.38	
29.06.2017 11:14:04					19.38	1	6 sup		10.416	0.334	0.268	31.23	
29.06.2017 11:14:07					19.44	1	7 sup		12.342	0.27	0.232	45.69	
29.06.2017 11:14:11					19.54	1	8 sup		9.715	0.303	0.256	32.11	
29.06.2017 11:14:14					19.55	1	9 sup		9.005	0.326	0.274	27.62	
29.06.2017 11:14:18					19.45	1	10 sup		8.295	0.379	0.273	21.9	
29.06.2017 11:14:24					19.59	1	11 sup		9.409	0.359	0.274	26.24	
29.06.2017 11:14:28					19.7	1	12 sup		9.549	0.365	0.276	26.2	
29.06.2017 11:14:33					19.82	1	13 sup		8.955	NaN	0.275	NaN	
29.06.2017 11:14:38					19.91	1	14 sup		8.195	0.424	0.287	19.33	
29.06.2017 11:14:47					20.09	1	15 sup		8.464	0.389	0.287	21.75	
29.06.2017 11:14:54					20.19	1	16 sup		12.431	0.299	0.243	41.57	
29.06.2017 11:14:57					20.24	1	17 sup		9.751	0.415	0.253	23.5	
29.06.2017 11:15:00					20.3	1	18 sup		6.65	0.494	0.302	13.47	
29.06.2017 11:15:05					20.37	1	19 sup		7.476	0.363	0.298	20.62	
29.06.2017 11:15:09					20.43	1	20 sup		6.823	0.359	0.295	19.03	
29.06.2017 11:15:13					20.48	1	21 sup		9.023	0.357	0.281	25.31	
29.06.2017 11:15:16					20.54	1	22 sup		10.132	0.365	0.275	27.8	
29.06.2017 11:15:21					20.62	1	23 sup		7.177	0.367	0.277	19.58	
29.06.2017 11:15:29					20.75	1	24 sup		11.041	0.415	0.276	26.61	
29.06.2017 11:15:33					20.82	1	25 sup		10.672	0.404	0.248	26.42	
29.06.2017 11:15:40					20.91	1	26 sup		11.018	0.43	0.258	25.64	
29.06.2017 11:15:44					20.98	1	27 sup		10.269	0.421	0.281	24.41	
29.06.2017 11:15:48					21.05	1	28 sup		7.823	0.48	0.296	16.29	
29.06.2017 11:15:52					20.99	1	29 sup		9.294	0.331	0.27	28.1	
29.06.2017 11:15:54					20.99	1	30 sup		8.415	0.334	0.278	25.16	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd					
1 KR g	9.393	1.522	0.373	0.06	0.273	0.017	25.993	7.354					

Versuchsreihe 2 (rotlaubig)

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
29.06.2017	14:07:33					24.69	15	1 sup		17.721	0.558	0.393	31.73	NEW
29.06.2017	14:07:36					24.69	15	2 sup		17.057	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:07:40					24.7	15	3 sup		18.734	0.675	NaN	27.77	
29.06.2017	14:07:42					24.7	15	4 sup		14.326	0.875	0.308	16.38	
29.06.2017	14:07:45					24.7	15	5 sup		13.728	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:07:50					24.7	15	6 sup		10.768	0.615	NaN	17.51	
29.06.2017	14:07:53					24.71	15	7 sup		10.765	0.492	0.482	21.88	
29.06.2017	14:07:57					24.71	15	8 sup		11.043	NaN	0.471	NaN	
29.06.2017	14:08:01					24.68	15	9 sup		12.855	NaN	0.295	NaN	
29.06.2017	14:08:05					24.67	15	10 sup		14.495	1.225	NaN	11.83	
29.06.2017	14:08:10					24.68	15	11 sup		17.531	1.45	NaN	12.09	
29.06.2017	14:08:17					24.69	15	12 sup		9.57	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:08:20					24.7	15	13 sup		9.276	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:08:23					24.7	15	14 sup		13.716	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:08:26					24.71	15	15 sup		12.77	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:08:31					24.71	15	16 sup		11.564	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:08:34					24.72	15	17 sup		13.907	0.783	0.35	17.76	
29.06.2017	14:08:37					24.72	15	18 sup		11.086	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:08:40					24.73	15	19 sup		8.364	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:08:43					24.73	15	20 sup		8.067	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:08:47					24.74	15	21 sup		8.552	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:08:49					24.74	15	22 sup		8.256	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:08:53					24.75	15	23 sup		18.684	0.671	0.477	27.85	
29.06.2017	14:09:11					24.76	15	24 sup		16.732	0.462	0.429	36.23	
29.06.2017	14:09:14					24.75	15	25 sup		10.03	0.495	0.306	20.28	
29.06.2017	14:09:17					24.75	15	26 sup		11.628	0.577	NaN	20.17	
29.06.2017	14:09:23					24.76	15	27 sup		11.035	0.573	0.373	19.24	
29.06.2017	14:09:26					24.76	15	28 sup		5.881	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:09:29					24.76	15	29 sup		9.647	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:09:35					24.76	15	30 sup		9.867	NaN	NaN	NaN	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
15 DHL 1 r	12.255	3.461	0.727	0.299	0.388	0.074	21.594	7.348						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
29.06.2017	14:10:12					24.79	16	1 sup		18.901	0.396	0.294	47.77	NEW
29.06.2017	14:10:15					24.8	16	2 sup		19.503	0.69	0.292	28.27	
29.06.2017	14:10:18					24.8	16	3 sup		15.127	0.653	0.319	23.17	
29.06.2017	14:10:21					24.81	16	4 sup		13.735	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:10:23					24.8	16	5 sup		16.054	0.577	0.506	27.85	
29.06.2017	14:10:26					24.81	16	6 sup		8.411	0.706	0.387	11.92	
29.06.2017	14:10:29					24.81	16	7 sup		6.482	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:10:31					24.82	16	8 sup		9.122	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:10:34					24.82	16	9 sup		7.142	0.394	0.409	18.15	
29.06.2017	14:10:36					24.83	16	10 sup		13.483	1.039	0.277	12.98	
29.06.2017	14:10:43					24.84	16	11 sup		16.213	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:10:47					24.85	16	12 sup		6.27	NaN	0.449	NaN	
29.06.2017	14:10:49					24.85	16	13 sup		7.325	NaN	0.465	NaN	
29.06.2017	14:10:54					24.86	16	14 sup		22.262	0.413	0.26	53.9	
29.06.2017	14:10:59					24.87	16	15 sup		13.087	0.365	NaN	35.89	
29.06.2017	14:11:04					24.86	16	16 sup		12.206	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:11:07					24.87	16	17 sup		8.448	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:11:10					24.85	16	18 sup		8.195	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:11:13					24.84	16	19 sup		7.965	NaN	0.4	NaN	
29.06.2017	14:11:18					24.85	16	20 sup		11.757	0.564	0.399	20.83	
29.06.2017	14:11:21					24.85	16	21 sup		7.026	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:11:43					24.85	16	22 sup		12.116	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:11:47					24.85	16	23 sup		16.273	0.573	NaN	28.38	
29.06.2017	14:11:50					24.83	16	24 sup		11.617	NaN	0.392	NaN	
29.06.2017	14:11:53					24.84	16	25 sup		12.505	1.177	0.427	10.62	
29.06.2017	14:11:55					24.83	16	26 sup		7.76	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:11:58					24.82	16	27 sup		10.037	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:12:01					24.8	16	28 sup		6.938	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:12:07					24.78	16	29 sup		14.512	0.513	0.393	28.28	
29.06.2017	14:12:12					24.79	16	30 sup		10.211	NaN	0.383	NaN	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
16 DHL 2 r	11.689	4.277	0.62	0.246	0.378	0.071	26.77	13.11						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
29.06.2017	14:12:37					24.78	17	1 sup		11.371	NaN	NaN	NaN	NEW
29.06.2017	14:12:40					24.78	17	2 sup		8.662	0.928	NaN	9.34	
29.06.2017	14:12:42					24.78	17	3 sup		11.229	NaN	0.81	NaN	
29.06.2017	14:12:45					24.78	17	4 sup		13.063	0.459	0.382	28.44	
29.06.2017	14:12:47					24.78	17	5 sup		11.748	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:12:52					24.78	17	6 sup		10.689	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:12:56					24.78	17	7 sup		13.581	NaN	0.315	NaN	
29.06.2017	14:13:00					24.78	17	8 sup		9.579	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:13:03					24.78	17	9 sup		12.686	0.505	0.404	25.12	
29.06.2017	14:13:06					24.78	17	10 sup		11.603	0.953	NaN	12.17	
29.06.2017	14:13:12					24.78	17	11 sup		10.949	0.635	0.395	17.24	
29.06.2017	14:13:16					24.78	17	12 sup		15.98	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:13:18					24.78	17	13 sup		15.922	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:13:20					24.79	17	14 sup		7.836	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:13:25					24.8	17	15 sup		9.409	NaN	0.596	NaN	
29.06.2017	14:13:29					24.81	17	16 sup		5.657	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:13:38					24.83	17	17 sup		9.692	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:13:43					24.83	17	18 sup		9.576	0.94	NaN	10.18	
29.06.2017	14:13:46					24.84	17	19 sup		11.073	NaN	0.395	NaN	
29.06.2017	14:13:48					24.84	17	20 sup		9.801	NaN	0.525	NaN	
29.06.2017	14:14:12					24.85	17	21 sup		11.522	1.051	0.291	10.96	
29.06.2017	14:14:15					24.85	17	22 sup		11.25	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:14:19					24.86	17	23 sup		12.241	0.842	NaN	14.53	
29.06.2017	14:14:22					24.86	17	24 sup		11.416	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:14:25					24.89	17	25 sup		10.915	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:14:28					24.89	17	26 sup		11.523	0.922	0.283	12.5	
29.06.2017	14:14:31					24.89	17	27 sup		13.4	0.45	0.294	29.79	
29.06.2017	14:14:36					24.89	17	28 sup		17.178	NaN	0.312	NaN	
29.06.2017	14:14:40					24.9	17	29 sup		12.343	0.76	NaN	16.24	
29.06.2017	14:14:44					24.92	17	30 sup		12.361	0.42	0.395	29.45	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
17 DHL 3 r	11.475	2.355	0.739	0.232	0.415	0.15	17.997	7.95						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
29.06.2017	11:37:10					26.71	7	1 sup		22.249	0.648	0.228	34.32	NEW
29.06.2017	11:37:12					26.71	7	2 sup		23.163	0.604	0.212	38.35	
29.06.2017	11:37:14					26.71	7	3 sup		17.605	0.331	0.317	53.24	
29.06.2017	11:37:18					26.7	7	4 sup		20.562	0.346	0.187	59.45	
29.06.2017	11:37:21					26.69	7	5 sup		28.606	0.729	0.182	39.23	
29.06.2017	11:37:23					26.69	7	6 sup		25.074	0.811	0.213	30.93	
29.06.2017	11:37:27					26.68	7	7 sup		25.119	0.897	0.215	28.02	
29.06.2017	11:37:32					26.67	7	8 sup		21.092	0.641	0.249	32.9	
29.06.2017	11:37:38					26.66	7	9 sup		24.312	0.721	0.204	33.73	
29.06.2017	11:37:48					26.65	7	10 sup		31.535	1.179	0.163	26.75	
29.06.2017	11:38:01					26.65	7	11 sup		20.632	0.494	0.342	41.8	
29.06.2017	11:38:03					26.64	7	12 sup		20.006	0.483	0.386	41.39	
29.06.2017	11:38:06					26.64	7	13 sup		17.596	0.352	0.378	50.02	
29.06.2017	11:38:08					26.64	7	14 sup		11.688	0.39	0.389	29.94	
29.06.2017	11:38:11					26.63	7	15 sup		28.139	0.631	0.273	44.61	
29.06.2017	11:38:14					26.62	7	16 sup		20.375	0.512	0.354	39.78	
29.06.2017	11:38:18					26.62	7	17 sup		23.573	0.742	0.28	31.78	
29.06.2017	11:38:22					26.61	7	18 sup		20.793	0.435	0.327	47.83	
29.06.2017	11:38:27					26.59	7	19 sup		25.087	0.401	0.41	62.54	
29.06.2017	11:38:32					26.58	7	20 sup		16.338	0.449	0.323	36.4	
29.06.2017	11:38:58					26.54	7	21 sup		22.298	0.709	0.228	31.47	
29.06.2017	11:39:01					26.54	7	22 sup		22.045	0.314	0.22	70.2	
29.06.2017	11:39:05					26.54	7	23 sup		16.877	0.323	0.268	52.22	
29.06.2017	11:39:08					26.53	7	24 sup		20.868	0.821	0.247	25.43	
29.06.2017	11:39:11					26.53	7	25 sup		19.531	0.532	0.262	36.75	
29.06.2017	11:39:14					26.52	7	26 sup		18.766	0.314	0.285	59.76	
29.06.2017	11:39:18					26.52	7	27 sup		19.549	0.634	0.214	30.82	
29.06.2017	11:39:21					26.51	7	28 sup		7.056	0.291	0.232	24.25	
29.06.2017	11:39:25					26.51	7	29 sup		24.155	0.836	0.203	28.89	
29.06.2017	11:39:32					26.5	7	30 sup		20.015	0.634	0.247	31.56	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
7 P1 r	21.157	4.774	0.573	0.214	0.268	0.069	39.812	12.08						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
29.06.2017	11:41:15					26.6	9	1 sup		18.528	0.287	0.249	64.45	NEW
29.06.2017	11:41:18					26.59	9	2 sup		21.421	0.663	0.237	32.33	
29.06.2017	11:41:22					26.59	9	3 sup		22.172	0.811	0.249	27.35	
29.06.2017	11:41:24					26.58	9	4 sup		17.657	0.841	0.241	20.99	
29.06.2017	11:41:27					26.58	9	5 sup		15.004	0.461	0.405	32.56	
29.06.2017	11:41:29					26.58	9	6 sup		19.221	0.979	0.292	19.63	
29.06.2017	11:41:31					26.57	9	7 sup		15.642	0.473	0.401	33.06	
29.06.2017	11:41:34					26.57	9	8 sup		24.037	0.701	0.237	34.31	
29.06.2017	11:41:37					26.57	9	9 sup		19.965	0.403	0.348	49.5	
29.06.2017	11:41:40					26.56	9	10 sup		14.153	0.41	0.517	34.53	
29.06.2017	11:41:46					26.55	9	11 sup		16.962	0.526	0.329	32.25	
29.06.2017	11:41:50					26.55	9	12 sup		21.254	0.607	0.31	35	
29.06.2017	11:41:54					26.55	9	13 sup		24.533	0.709	0.278	34.62	
29.06.2017	11:41:57					26.55	9	14 sup		17.875	0.697	0.33	25.66	
29.06.2017	11:42:00					26.55	9	15 sup		16.956	0.631	0.337	26.88	
29.06.2017	11:42:03					26.55	9	16 sup		21.672	0.67	0.3	32.34	
29.06.2017	11:42:06					26.54	9	17 sup		20.585	0.607	0.297	33.9	
29.06.2017	11:42:08					26.54	9	18 sup		17.154	0.566	0.33	30.28	
29.06.2017	11:42:14					26.54	9	19 sup		21.62	0.537	0.257	40.25	
29.06.2017	11:42:20					26.53	9	20 sup		23.549	0.914	0.232	25.75	
29.06.2017	11:42:38					26.52	9	21 sup		21.911	0.546	0.296	40.15	
29.06.2017	11:42:40					26.52	9	22 sup		5.806	0.386	0.405	15.03	
29.06.2017	11:42:43					26.52	9	23 sup		17.578	0.674	0.336	26.09	
29.06.2017	11:42:46					26.52	9	24 sup		17.383	0.368	0.275	47.28	
29.06.2017	11:42:49					26.52	9	25 sup		19.167	0.952	0.261	20.13	
29.06.2017	11:42:52					26.52	9	26 sup		26.292	0.666	0.191	39.46	
29.06.2017	11:42:55					26.52	9	27 sup		15.547	0.476	0.244	32.68	
29.06.2017	11:42:59					26.51	9	28 sup		21.673	0.456	0.218	47.53	
29.06.2017	11:43:06					26.5	9	29 sup		12.668	0.356	0.466	35.62	
29.06.2017	11:43:16					26.47	9	30 sup		19.418	0.729	0.27	26.63	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
9 P2 r	18.913	4.07	0.603	0.181	0.305	0.075	33.207	10.04						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
29.06.2017	11:44:18					26.52	10	1 sup		27.521	0.451	0.217	61	NEW
29.06.2017	11:44:21					26.51	10	2 sup		28.026	0.257	0.198	108.87	
29.06.2017	11:44:24					26.51	10	3 sup		15.799	0.366	0.332	43.21	
29.06.2017	11:44:28					26.51	10	4 sup		24.519	0.67	0.237	36.6	
29.06.2017	11:44:31					26.51	10	5 sup		22.22	0.557	0.268	39.86	
29.06.2017	11:44:33					26.51	10	6 sup		15.623	0.449	0.373	34.81	
29.06.2017	11:44:35					26.51	10	7 sup		17.882	0.631	0.323	28.35	
29.06.2017	11:44:39					26.51	10	8 sup		18.721	0.663	0.319	28.25	
29.06.2017	11:44:42					26.51	10	9 sup		19.429	0.768	0.281	25.29	
29.06.2017	11:44:47					26.51	10	10 sup		17.354	0.507	0.324	34.24	
29.06.2017	11:44:52					26.51	10	11 sup		19.373	0.782	0.319	24.77	
29.06.2017	11:44:54					26.51	10	12 sup		19.701	0.811	0.313	24.3	
29.06.2017	11:44:57					26.51	10	13 sup		16.866	0.35	0.446	48.22	
29.06.2017	11:45:01					26.51	10	14 sup		17.919	0.37	0.27	48.47	
29.06.2017	11:45:06					26.51	10	15 sup		14.342	0.356	0.442	40.32	
29.06.2017	11:45:09					26.51	10	16 sup		18.759	0.338	0.405	55.47	
29.06.2017	11:45:13					26.51	10	17 sup		17.608	0.526	0.334	33.48	
29.06.2017	11:45:15					26.51	10	18 sup		17.276	0.473	0.32	36.51	
29.06.2017	11:45:18					26.51	10	19 sup		26.162	0.685	0.233	38.19	
29.06.2017	11:45:21					26.51	10	20 sup		20.769	0.456	0.355	45.55	
29.06.2017	11:45:24					26.51	10	21 sup		20.642	0.397	0.252	52.02	
29.06.2017	11:45:51					26.47	10	22 sup		19.439	0.435	0.319	44.72	
29.06.2017	11:45:53					26.47	10	23 sup		21.194	0.566	0.304	37.42	
29.06.2017	11:45:56					26.47	10	24 sup		19.116	0.697	0.297	27.44	
29.06.2017	11:45:59					26.46	10	25 sup		20.999	0.397	0.274	52.92	
29.06.2017	11:46:01					26.46	10	26 sup		22.872	0.576	0.245	39.74	
29.06.2017	11:46:04					26.46	10	27 sup		26.136	0.439	0.177	59.49	
29.06.2017	11:46:07					26.45	10	28 sup		16.511	0.471	0.263	35.08	
29.06.2017	11:46:10					26.45	10	29 sup		21.244	0.569	0.248	37.3	
29.06.2017	11:46:19					26.44	10	30 sup		24.12	0.494	0.283	48.86	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
10 P3 r	20.271	3.595	0.517	0.144	0.299	0.064	42.358	16.106						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
29.06.2017	14:26:04					26.19	21	1 sup		5.741	0.953	0.462	6.03	NEW
29.06.2017	14:26:08					26.2	21	2 sup		7.556	0.933	0.386	8.1	
29.06.2017	14:26:11					26.21	21	3 sup		4.989	0.707	0.573	7.06	
29.06.2017	14:26:14					26.22	21	4 sup		7.513	0.755	0.474	9.95	
29.06.2017	14:26:17					26.23	21	5 sup		3.801	0.987	0.474	3.85	
29.06.2017	14:26:21					26.24	21	6 sup		7.13	0.937	0.781	7.61	
29.06.2017	14:26:30					26.24	21	7 sup		10.14	0.852	0.354	11.9	
29.06.2017	14:26:38					26.25	21	8 sup		8.04	0.604	0.648	13.31	
29.06.2017	14:26:43					26.27	21	9 sup		10.644	0.841	0.815	12.65	
29.06.2017	14:26:45					26.27	21	10 sup		9.195	0.891	0.721	10.32	
29.06.2017	14:26:53					26.29	21	11 sup		3.489	1.063	0.496	3.28	
29.06.2017	14:26:56					26.29	21	12 sup		4.084	0.771	0.565	5.3	
29.06.2017	14:26:59					26.3	21	13 sup		9.244	0.857	0.835	10.78	
29.06.2017	14:27:03					26.31	21	14 sup		5.462	1.013	0.515	5.39	
29.06.2017	14:27:07					26.32	21	15 sup		6.41	0.557	0.568	11.5	
29.06.2017	14:27:11					26.32	21	16 sup		5.308	0.863	0.616	6.15	
29.06.2017	14:27:14					26.33	21	17 sup		4.867	0.873	0.61	5.57	
29.06.2017	14:27:19					26.33	21	18 sup		5.53	0.789	0.669	7.01	
29.06.2017	14:27:26					26.33	21	19 sup		4.12	0.809	0.56	5.09	
29.06.2017	14:27:30					26.34	21	20 sup		15.783	0.817	0.499	19.32	
29.06.2017	14:27:54					26.3	21	21 sup		6.036	1.181	0.479	5.11	
29.06.2017	14:27:57					26.3	21	22 sup		5.582	0.876	0.629	6.37	
29.06.2017	14:28:01					26.29	21	23 sup		4.405	0.698	0.508	6.31	
29.06.2017	14:28:04					26.29	21	24 sup		7.429	0.934	0.601	7.95	
29.06.2017	14:28:07					26.3	21	25 sup		7.304	0.701	0.512	10.42	
29.06.2017	14:28:10					26.3	21	26 sup		4.885	1.43	0.527	3.42	
29.06.2017	14:28:13					26.3	21	27 sup		6.656	0.852	0.487	7.81	
29.06.2017	14:28:16					26.3	21	28 sup		9.831	1.205	0.593	8.16	
29.06.2017	14:28:18					26.3	21	29 sup		2.78	0.984	0.61	2.82	
29.06.2017	14:28:20					26.3	21	30 sup		5.446	1.198	0.494	4.55	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
21 SL 1 r	6.647	2.679	0.898	0.186	0.569	0.114	7.77	3.608						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
29.06.2017	14:29:12					26.21	22	1 sup		6.271	0.681	0.529	9.21	NEW
29.06.2017	14:29:15					26.21	22	2 sup		7.766	0.852	0.44	9.12	
29.06.2017	14:29:18					26.21	22	3 sup		12.895	0.594	0.645	21.7	
29.06.2017	14:29:21					26.22	22	4 sup		5.945	0.648	0.607	9.17	
29.06.2017	14:29:24					26.22	22	5 sup		7.781	0.782	0.505	9.95	
29.06.2017	14:29:26					26.23	22	6 sup		9.344	0.645	0.795	14.49	
29.06.2017	14:29:31					26.23	22	7 sup		6.415	0.693	0.524	9.26	
29.06.2017	14:29:34					26.25	22	8 sup		9.976	1.074	0.448	9.29	
29.06.2017	14:29:37					26.25	22	9 sup		10.269	0.697	0.56	14.74	
29.06.2017	14:29:41					26.25	22	10 sup		38.576	0.634	0.717	60.83	
29.06.2017	14:29:52					26.25	22	11 sup		5.568	0.634	0.554	8.78	
29.06.2017	14:29:55					26.26	22	12 sup		6.094	0.821	0.505	7.43	
29.06.2017	14:29:59					26.26	22	13 sup		6.538	0.655	0.652	9.98	
29.06.2017	14:30:02					26.26	22	14 sup		5.315	0.989	0.487	5.38	
29.06.2017	14:30:04					26.26	22	15 sup		5.999	1.043	0.503	5.75	
29.06.2017	14:30:07					26.26	22	16 sup		6.707	1.269	0.47	5.28	
29.06.2017	14:30:09					26.26	22	17 sup		6.681	1.07	0.515	6.24	
29.06.2017	14:30:13					26.27	22	18 sup		10.566	0.693	0.376	15.25	
29.06.2017	14:30:15					26.27	22	19 sup		NaN	0.419	0.485	NaN	
29.06.2017	14:30:18					26.27	22	20 sup		9.478	0.952	0.562	9.95	
29.06.2017	14:30:21					26.27	22	21 sup		15.903	0.67	0.652	23.73	
29.06.2017	14:30:23					26.28	22	22 sup		21.668	0.863	0.701	25.12	
29.06.2017	14:30:37					26.28	22	23 sup		6.087	0.604	0.642	10.08	
29.06.2017	14:30:40					26.29	22	24 sup		6.913	0.821	0.503	8.42	
29.06.2017	14:30:45					26.3	22	25 sup		5.15	0.621	0.655	8.3	
29.06.2017	14:30:47					26.3	22	26 sup		7.192	0.701	0.517	10.26	
29.06.2017	14:30:51					26.31	22	27 sup		6.358	0.725	0.613	8.77	
29.06.2017	14:30:54					26.32	22	28 sup		8.85	0.585	0.652	15.13	
29.06.2017	14:30:57					26.32	22	29 sup		6.697	0.705	0.658	9.5	
29.06.2017	14:31:02					26.33	22	30 sup		14.558	0.721	0.3	20.2	
29.06.2017	14:31:05					26.33	22	31 sup		7.745	0.764	0.446	10.14	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
22 SL 2 r	9.51	6.584	0.762	0.18	0.555	0.107	13.048	10.428						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
29.06.2017	14:31:48					26.27	23	1 sup		6.502	0.569	0.547	11.42	NEW
29.06.2017	14:31:52					26.28	23	2 sup		6.089	1.026	0.456	5.93	
29.06.2017	14:31:55					26.27	23	3 sup		9.283	0.946	0.46	9.81	
29.06.2017	14:32:02					26.27	23	4 sup		8.333	0.852	0.452	9.78	
29.06.2017	14:32:06					26.27	23	5 sup		8.666	0.768	0.49	11.28	
29.06.2017	14:32:10					26.27	23	6 sup		10.137	1.038	0.46	9.77	
29.06.2017	14:32:13					26.27	23	7 sup		7.55	1.123	0.425	6.73	
29.06.2017	14:32:16					26.26	23	8 sup		10.956	0.585	0.517	18.73	
29.06.2017	14:32:18					26.26	23	9 sup		12.462	0.689	0.456	18.09	
29.06.2017	14:32:20					26.26	23	10 sup		10.646	0.537	0.519	19.82	
29.06.2017	14:32:29					26.25	23	11 sup		9.829	1.601	0.319	6.14	
29.06.2017	14:32:32					26.25	23	12 sup		9.846	0.648	0.524	15.19	
29.06.2017	14:32:34					26.24	23	13 sup		11.578	0.693	0.524	16.71	
29.06.2017	14:32:39					26.24	23	14 sup		9.767	1	0.436	9.76	
29.06.2017	14:32:42					26.24	23	15 sup		8.19	1.212	0.481	6.76	
29.06.2017	14:32:43					26.24	23	16 sup		8.48	0.617	0.725	13.74	
29.06.2017	14:32:45					26.23	23	17 sup		8.59	1.097	0.499	7.83	
29.06.2017	14:32:49					26.23	23	18 sup		11.903	0.764	0.508	15.59	
29.06.2017	14:32:53					26.23	23	19 sup		7.63	0.604	0.581	12.63	
29.06.2017	14:32:57					26.22	23	20 sup		11.213	0.591	0.365	18.97	
29.06.2017	14:33:27					26.24	23	21 sup		9.481	0.655	0.601	14.47	
29.06.2017	14:33:29					26.25	23	22 sup		6.298	0.773	0.501	8.15	
29.06.2017	14:33:32					26.25	23	23 sup		9.349	0.891	0.59	10.5	
29.06.2017	14:33:35					26.25	23	24 sup		6.864	0.659	0.616	10.42	
29.06.2017	14:33:38					26.25	23	25 sup		6.647	0.631	0.56	10.54	
29.06.2017	14:33:42					26.25	23	26 sup		4.033	NaN	NaN	NaN	
29.06.2017	14:33:46					26.25	23	27 sup		10.786	1.022	0.501	10.55	
29.06.2017	14:33:49					26.25	23	28 sup		6.417	0.897	0.477	7.16	
29.06.2017	14:33:52					26.26	23	29 sup		6.226	0.75	0.587	8.3	
29.06.2017	14:33:56					26.26	23	30 sup		10.918	0.841	0.472	12.98	
29.06.2017	14:33:59					26.26	23	31 sup		11.371	0.598	0.494	19.03	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
23 SL 3 r	8.904	2.091	0.823	0.24	0.505	0.078	11.892	4.243						

#tt/mm/jjjj	zz:mm:zz	lange	breite	hohe	qual_sat	temp	gruppe	messung	seite	Chl	Flav	Anth	NBI	Kalib
29.06.2017	11:16:22					21.23	2	1 sup		15.987	1.053	0.485	15.19	NEW
29.06.2017	11:16:27					21.17	2	2 sup		11.622	0.943	0.481	12.32	
29.06.2017	11:16:30					21.15	2	3 sup		11.728	0.731	0.496	16.04	
29.06.2017	11:16:34					21.21	2	4 sup		14.699	0.916	0.472	16.04	
29.06.2017	11:16:37					21.25	2	5 sup		17.563	0.887	0.46	19.8	
29.06.2017	11:16:42					21.35	2	6 sup		18.17	0.961	0.427	18.91	
29.06.2017	11:16:44					21.41	2	7 sup		14.235	0.948	0.474	15.02	
29.06.2017	11:16:48					21.49	2	8 sup		12.837	0.906	0.434	14.17	
29.06.2017	11:16:51					21.53	2	9 sup		12.976	0.952	0.468	13.63	
29.06.2017	11:16:54					21.58	2	10 sup		14.224	1.109	0.531	12.83	
29.06.2017	11:16:56					21.63	2	11 sup		14.827	0.542	0.678	27.36	
29.06.2017	11:17:00					21.71	2	12 sup		20.137	0.565	0.637	35.62	
29.06.2017	11:17:03					21.76	2	13 sup		23.266	0.967	0.663	24.05	
29.06.2017	11:17:07					21.82	2	14 sup		13.636	0.887	0.461	15.38	
29.06.2017	11:17:12					21.91	2	15 sup		13.323	0.59	0.533	22.58	
29.06.2017	11:17:16					21.99	2	16 sup		10.882	0.766	0.646	14.21	
29.06.2017	11:17:18					22.02	2	17 sup		14.44	1.106	0.591	13.05	
29.06.2017	11:17:22					22.08	2	18 sup		10.907	0.603	0.553	18.1	
29.06.2017	11:17:24					22.12	2	19 sup		10.342	1.106	0.474	9.35	
29.06.2017	11:17:27					22.18	2	20 sup		10.537	0.77	0.447	13.68	
29.06.2017	11:17:29					22.21	2	21 sup		11.938	0.498	0.574	23.97	
29.06.2017	11:17:33					22.29	2	22 sup		8.599	0.695	0.511	12.38	
29.06.2017	11:17:36					22.33	2	23 sup		11.266	0.779	0.54	14.46	
29.06.2017	11:17:39					22.38	2	24 sup		9.996	0.506	0.511	19.75	
29.06.2017	11:17:43					22.43	2	25 sup		15.358	0.647	0.585	23.75	
29.06.2017	11:17:45					22.46	2	26 sup		15.661	1.395	0.333	11.22	
29.06.2017	11:17:49					22.52	2	27 sup		15.653	0.707	0.491	22.15	
29.06.2017	11:18:00					22.67	2	28 sup		12.443	0.739	0.465	16.83	
29.06.2017	11:18:03					22.74	2	29 sup		14.644	0.554	0.487	26.46	
29.06.2017	11:18:06					22.8	2	30 sup		11.714	0.633	0.518	18.52	
#Gruppe	Chl	Chl_sd	Flav	Flav_sd	Anth	Anth_sd	NBI	NBI_sd						
2 KR r	13.787	3.154	0.815	0.218	0.514	0.076	17.894	5.778						

Anhang 7 Rohdaten Frisch- und Trockensubstanz VR 1 und VR 2

Versuchsreihe 1					
Frischsubstanz (Angaben in g)					
grünlaubig			rotlaubig		
	Blätter & Spross	Wurzeln		Blätter & Spross	Wurzeln
P1	112	35	P1	27	3
P2	117	27	P2	44	6
P3	117	33	P3	41	6
SL1	373	75	SL1	57	13
SL2	326	72	SL2	74	15
SL3	271	76	SL3	72	16
DHL1	371	80	DHL1	52	9
DHL2	348	71	DHL2	84	20
DHL3	334	76	DHL3	82	16
KR	125	56	KR	41	10
Trockensubstanz (Angaben in g)					
grünlaubig			rotlaubig		
	Blätter & Spross	Wurzeln		Blätter & Spross	Wurzeln
P1	5	5	P1	1	1
P2	5	5	P2	1	1
P3	6	3	P3	1	1
SL1	21	9	SL1	4	2
SL2	20	9	SL2	6	2
SL3	18	9	SL3	9	2
DHL1	17	8	DHL1	4	3
DHL2	17	9	DHL2	8	4
DHL3	19	11	DHL3	8	3
KR	8	6	KR	3	2
Versuchsreihe 2					
Frischsubstanz (Angaben in g)					
grünlaubig			rotlaubig		
	Blätter & Spross	Wurzeln		Blätter & Spross	Wurzeln
P1	65	14	P1	40	5
P2	70	19	P2	36	5
P3	66	18	P3	36	5
SL1	73	49	SL1	54	10
SL2	66	47	SL2	35	7
SL3	64	42	SL3	44	9
DHL1	95	40	DHL1	45	9
DHL2	86	35	DHL2	55	11
DHL3	84	37	DHL3	42	10
KR	74	28	KR	30	5
Trockensubstanz (Angaben in g)					
grünlaubig			rotlaubig		
	Blätter & Spross	Wurzeln		Blätter & Spross	Wurzeln
P1	3	3	P1	1	1
P2	4	2	P2	1	1
P3	4	3	P3	1	1
SL1	4	6	SL1	3	1
SL2	4	5	SL2	3	1
SL3	4	4	SL3	3	1
DHL1	6	4	DHL1	2	1
DHL2	5	4	DHL2	2	1
DHL3	5	4	DHL3	2	1
KR	5	4	KR	2	2

Tabelle Faktorberechnung Frisch- und Trockensubstanz Versuchsreihe 1 und 2

FRISCHSUBSTANZ VR 1		Pendularis	SANlight	DHLicht	KR
FS Blätter und Spross grünlaubig	Σ	346 g	970 g	1053 g	125 g
	\emptyset	115.3 g	323.3 g	351 g	-
	Faktor	-	2.8	3.05	1.08
FS Wurzeln grünlaubig	Σ	95 g	223 g	227 g	56 g
	\emptyset	31.6 g	74.3 g	75.6 g	-
	Faktor	-	2.35	2.39	1.77
FS Blätter und Spross rotlaubig	Σ	112 g	203 g	218 g	41 g
	\emptyset	37.3 g	67.6 g	72.6 g	-
	Faktor	-	1.81	1.94	1.09
FS Wurzeln rotlaubig	Σ	15 g	44 g	45 g	10 g
	\emptyset	5 g	14.6 g	15 g	-
	Faktor	-	2.92	3	2
TROCKENSUBSTANZ VR 1		Pendularis	SANlight	DHLicht	KR
TS Blätter und Spross grünlaubig	Σ	16 g	59 g	53 g	8 g
	\emptyset	5.3 g	19.6 g	17.6 g	-
	Faktor	-	3.69	3.32	1.5
TS Wurzeln grünlaubig	Σ	13 g	27 g	28 g	6 g
	\emptyset	4.3 g	9 g	9.3 g	- g
	Faktor	-	2.09	2.16	1.39
TS Blätter und Spross rotlaubig	Σ	3 g	19 g	20 g	3 g
	\emptyset	1 g	6.3 g	6.6 g	-
	Faktor	-	6.3	6.6	3
TS Blätter und Spross rotlaubig	Σ	3 g	6 g	10 g	2 g
	\emptyset	1 g	2 g	3.3 g	-
	Faktor	-	2	3.3	2
FRISCHSUBSTANZ VR 2		Pendularis	SANlight	DHLicht	KR
FS Blätter und Spross grünlaubig	Σ	201 g	203 g	265 g	74 g
	\emptyset	67 g	67.6 g	88.3 g	-
	Faktor	-	1	1.31	1.1
FS Wurzeln grünlaubig	Σ	51 g	145 g	112 g	28 g
	\emptyset	17 g	48.3 g	37.3 g	-
	Faktor	-	2.84	2.19	1.64

FS Blätter und Spross rotlaubig	Σ	112 g	133 g	142 g	30 g
	\emptyset	37.3 g	44.3 g	47.3 g	-
	Faktor	-	1.18	1.26	0.8
FS Wurzeln rotlaubig	Σ	15 g	26 g	30 g	5 g
	\emptyset	5 g	8.6 g	10 g	-
	Faktor	-	1.72	2	1
TROCKENSUBSTANZ VR 2		Pendularis	SANlight	DHLicht	KR
TS Blätter und Spross grünlaubig	Σ	11 g	12 g	16 g	5 g
	\emptyset	3.6 g	4 g	5.3 g	-
	Faktor	-	1.11	1.47	1.38
TS Wurzeln grünlaubig	Σ	3 g	9 g	6 g	2 g
	\emptyset	1 g	3 g	2 g	- g
	Faktor	-	3	2	2
TS Blätter und Spross rotlaubig	Σ	8 g	15 g	12 g	4 g
	\emptyset	2.66 g	5 g	4 g	-
	Faktor	-	1.87	1.5	1.5
TS Blätter und Spross rotlaubig	Σ	3 g	3 g	3 g	2 g
	\emptyset	1 g	1 g	1 g	-
	Faktor	-	1	1	2

Anhang 8 R – Befehle

Die aufgelisteten R-Befehle beziehen sich auf die Versuchsreihe 1. Auf eine Auflistung der R - Befehle der Versuchsreihe 2 wurde verzichtet, da es sich um dieselben handelt. Es mussten jeweils nur die Name der CSV-Dateien angepasst werden.

```
##### Daten einlesen und ueberpruefen
```

```
path="C:/Users/Lehmann/Documents/ZHAW/8. Semester/BA/Statistik"
```

```
setwd(path)
```

```
testdata = read.delim("Längenwachstum1g.csv",sep=";",dec=".",header=TRUE)
```

```
str(testdata)
```

```
testdata$Laenge<-as.numeric(levels(testdata$Laenge))[testdata$Laenge]
```

```
##### Diagramm 1
```

```
testdata$Laenge<-as.numeric(levels(testdata$Laenge))[testdata$Laenge]
```

```
boxplot(testdata$Laenge~testdata$Leuchte, main="Längenwachstum Versuchsreihe 1",  
ylab="Laenge [cm]")
```

```
kruskal.test(testdata$Laenge~testdata$Leuchte)
```

```
vis_Kruskal_Wallis_clusters(testdata$Laenge  
,testdata$Leuchte,alpha=0.05,xlab="Leuchte",ylab="Laenge [cm]")
```

```
##### Diagramm 2
```

```
#Tool laden
```

```
source("tests_and_visuals.R")
```

```
#Befehle mit dem Package tests_and_visuals.R
```

```
vis_Kruskal_Wallis_clusters(testdata$Laenge  
,testdata$Position,alpha=0.05,xlab="Leuchte",ylab="Laenge [cm]")
```

```
# Kruskal Wallis fuer 2 Faktoren
```

```
library(rcompanion)
```

```
scheirerRayHare(Laenge~Position+Leuchte, data=testdata)
```

```
interaction.plot(testdata$Leuchte,testdata$Position,testdata$Laenge)
```

```
kruskal.test(Laenge~Position, data=testdata)
```

```
kruskal.test(Laenge~Leuchte, data=testdata)
```

```
vis_Kruskal_Wallis_clusters(testdata$Laenge  
,testdata$Leuchte,alpha=0.05,xlab="Leuchte",ylab="Länge")
```

```
vis_Kruskal_Wallis_clusters(testdata$Laenge  
,testdata$Position,alpha=0.05,xlab="Substrat",ylab="Zucker [g]")
```

```
# zum testen
```

```
srh<-scheirerRayHare(Laenge~Position+Leuchte, data=mydata)
```

```
summary(srh)
```

```

# mydata<-read.delim("pendularis_v1.csv",sep=";",dec=";",header=TRUE)
# colnames(mydata)<-c("Laenge","Position","Leuchte")
# str(mydata)
mydata<-testdata
str(mydata)
# Aus namen geschaut immer 3er Gruppen mit af1, af2, H16, So16
lev1<-levels(mydata$Position)
lev2<-levels(mydata$Leuchte)
ntot<-length(lev1)*length(lev2) # 12 Plots
posi<-c(1,2,3,5,6,7,9,10,11,13,14,15) # Positionen der Boxplots
namenpl<-rep(lev1,length(lev2)) # Namen der Boxplots
farben0<-c("White","grey","blue")
farben<-rep(farben0,length(lev1))
boxplot(mydata$Laenge~mydata$Position+mydata$Leuchte, las = 2, at =posi,col =farben,
        par(mar = c(5, 5, 1.5, 2) + 0.1), names =namenpl,ylab = "Länge (cm)", main =
"Längenwachstum Versuchsreihe 1") # Unterer Rand der Grafik durch mar =c(5, )
boxplot(mydata$Laenge~mydata$Position+mydata$Leuchte, las = 2, at =posi,col =farben,
        par(mar = c(5, 5, 2, 2) + 0.1), names =namenpl,ylab = "Länge (cm)") # Unterer Rand der Grafik
durch mar =c(5, )
title("Längenwachstum Versuchsreihe",line =1)
for (k in 1:(length(lev2))){
##### Diagramm 3 bis Diagramm 6
testdata2<-mydata[which(mydata$Leuchte=="DHLicht"),]
boxplot(testdata2$Laenge~testdata2$Position)
testdata2<-mydata[which(mydata$Leuchte=="KR"),]
boxplot(testdata2$Laenge~testdata2$Position)
testdata2<-mydata[which(mydata$Leuchte=="Pendularis"),]
boxplot(testdata2$Laenge~testdata2$Position)
testdata2<-mydata[which(mydata$Leuchte=="SANlight"),]
boxplot(testdata2$Laenge~testdata2$Position)
vis_Kruskal_Wallis_clusters(testdata2$Laenge
,testdata2$Position,alpha=0.05,xlab="SANlight",ylab="Laenge [cm]")
  mtext(lev2[k],side = 1,at=mean(posi[(3*(k-1)+1):(3*(k-1)+3)]),line=2.5,las =1, ylab = "Länge (cm)")
# untere Position durch line = gegeben}
##### Diagramm 7 bis Diagramm 14
path="C:/Users/Lehmann/Documents/ZHAW/8. Semester/BA/Statistik"

```

```

setwd(path)

testdata = read.delim("Blattinhaltsstoffe1g.csv",sep=";",dec=".",header=TRUE)

str(testdata)

testdata$Chlorophyll<-as.numeric(levels(testdata$Chlorophyll))[testdata$Chlorophyll]
testdata$Flavonoid<-as.numeric(levels(testdata$Flavonoid))[testdata$Flavonoid]
testdata$Anthocyan<-as.numeric(levels(testdata$Anthocyan))[testdata$Anthocyan]
testdata$NBI<-as.numeric(levels(testdata$NBI))[testdata$NBI]

#Elementare Befehle

boxplot(testdata$Chlorophyll~testdata$Leuchtentyp,          main="Chlorophyll",xlab="Leuchte",
ylab="Menge [µg/cm^2]")

boxplot(testdata$Flavonoid~testdata$Leuchtentyp,          main="Flavonoid",xlab="Leuchte",
ylab="Menge [µg/cm^2]")

boxplot(testdata$Anthocyan~testdata$Leuchtentyp,          main="Anthocyan",xlab="Leuchte",
ylab="Menge [µg/cm^2]")

boxplot(testdata$NBI~testdata$Leuchtentyp, main="NBI",xlab="Leuchte", ylab="Wert")

#Tool laden

source("tests_and_visuals.R")

#Befehle mit dem Package tests_and_visuals.R

bartlett.test(Gewicht~Laenge,data = testdata)

vis_Kruskal_Wallis_clusters(testdata$Chlorophyll,testdata$Leuchtentyp,alpha=0.05,xlab="Leuchte",
",ylab="Menge [µg/cm^2]")

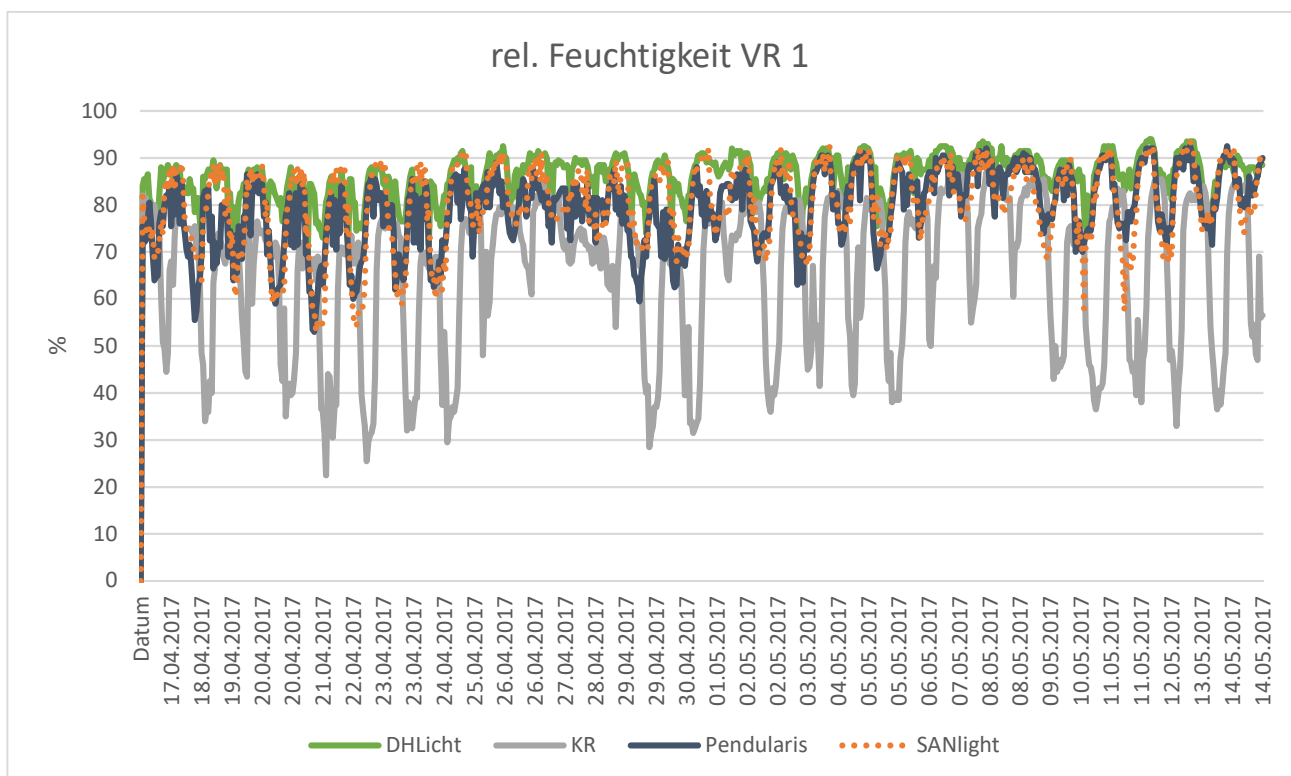
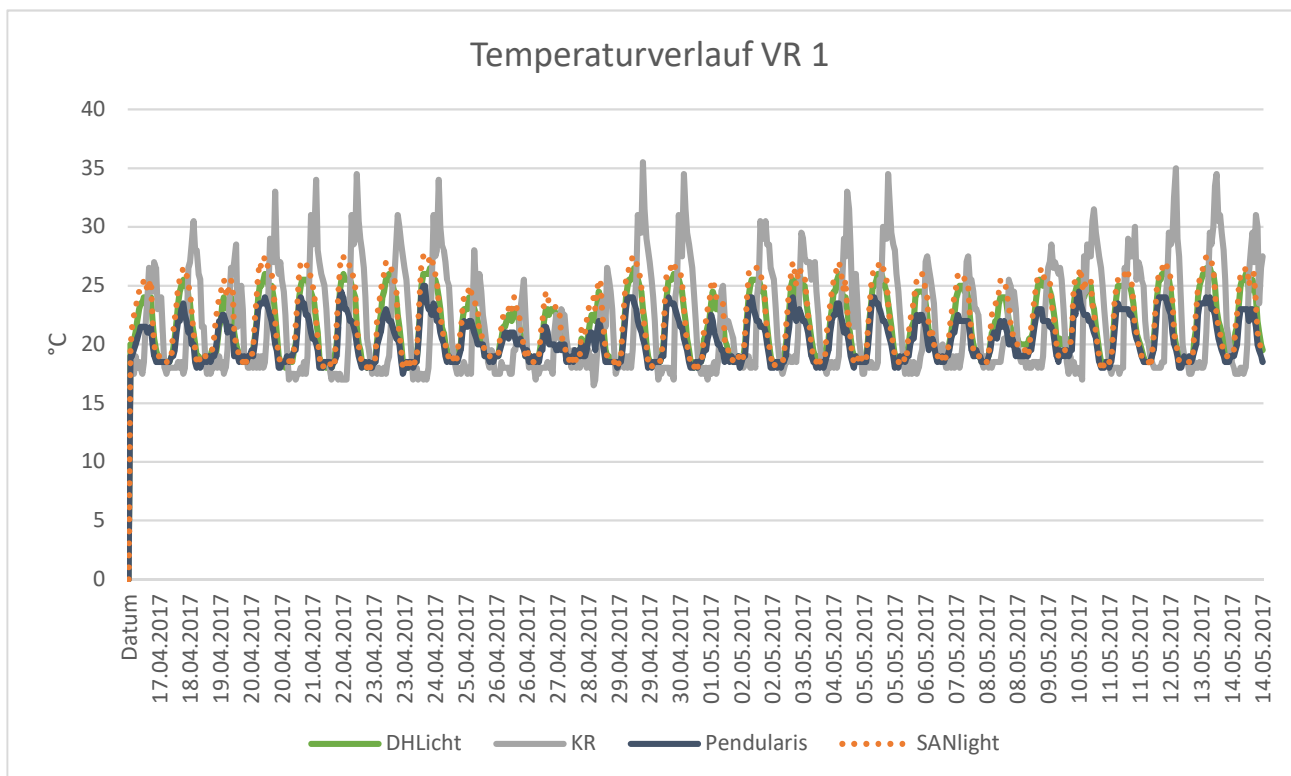
vis_Kruskal_Wallis_clusters(testdata$Flavonoid,testdata$Leuchtentyp,alpha=0.05,xlab="Leuchte",
ylab="Menge [µg/cm^2]")

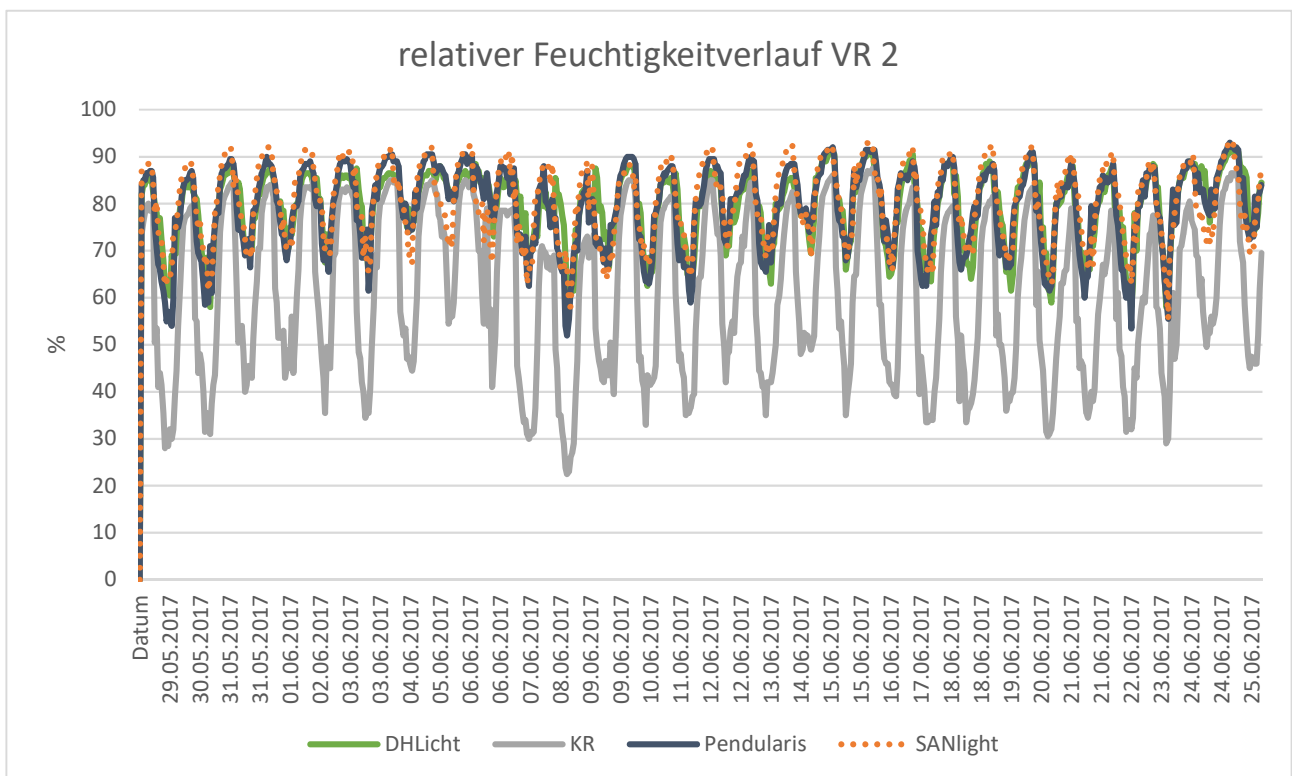
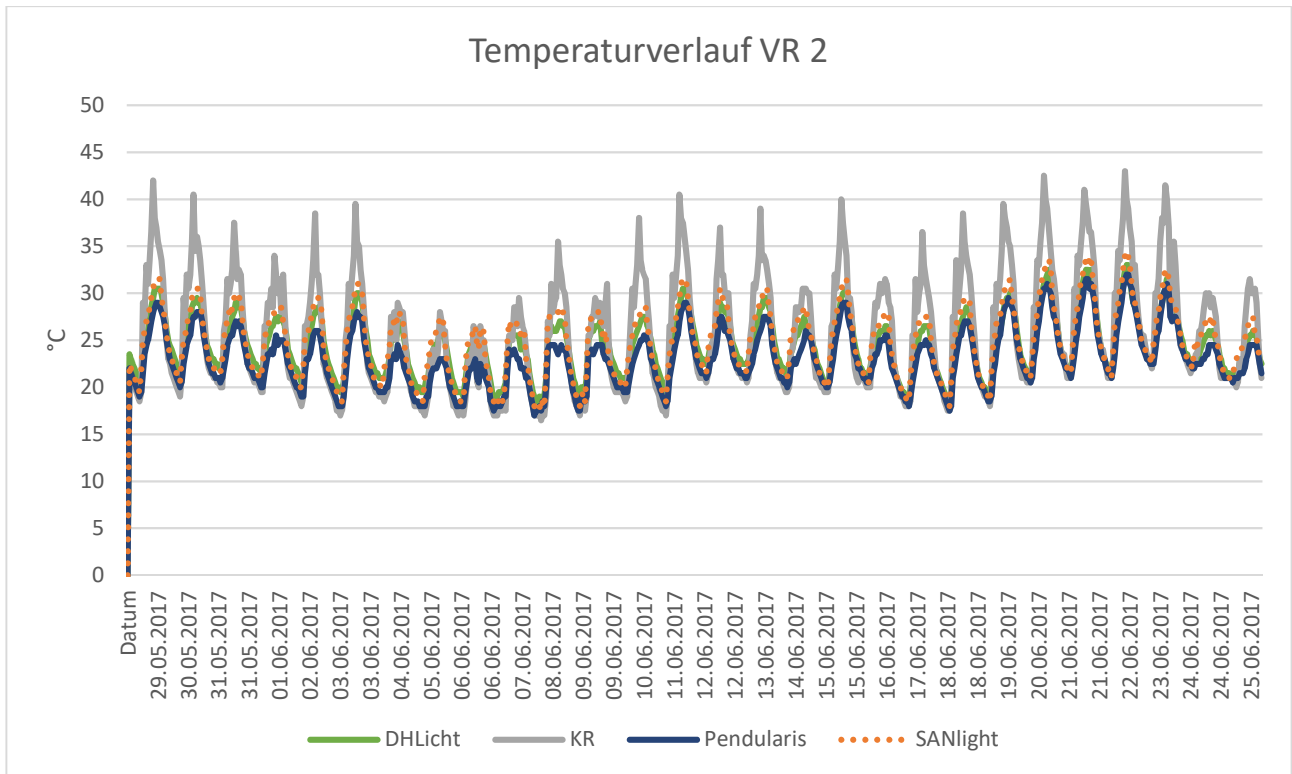
vis_Kruskal_Wallis_clusters(testdata$Anthocyan,testdata$Leuchtentyp,alpha=0.05,xlab="Leuchte",
",
ylab="Menge [µg/cm^2]")

vis_Kruskal_Wallis_clusters(testdata$NBI,testdata$Leuchtentyp,alpha=0.05,xlab="Leuchte",
ylab="Wert")




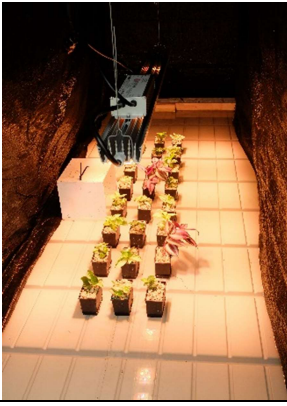












```

Anhang 9 Verlauf der Temperatur und der rel. Feuchtigkeit VR 1 und VR 2

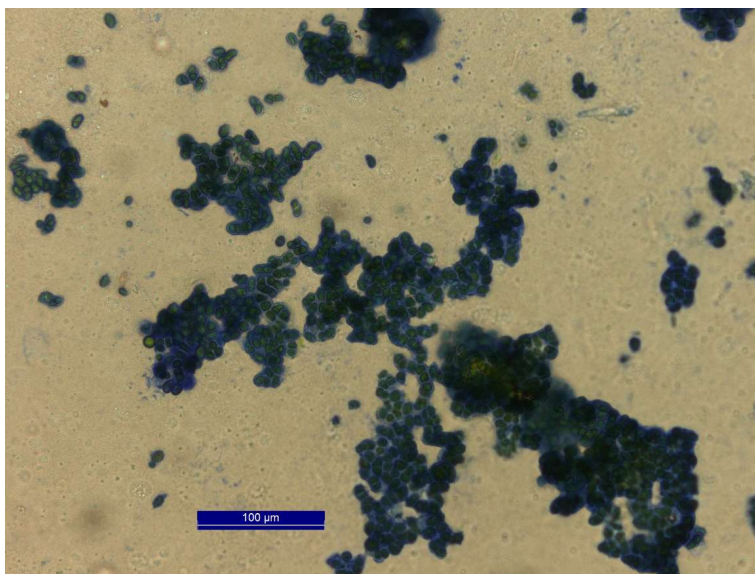
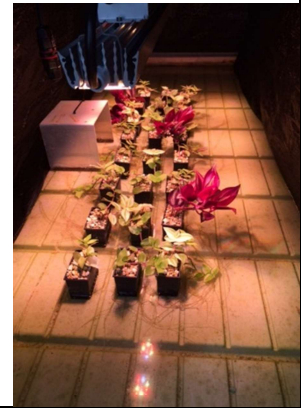
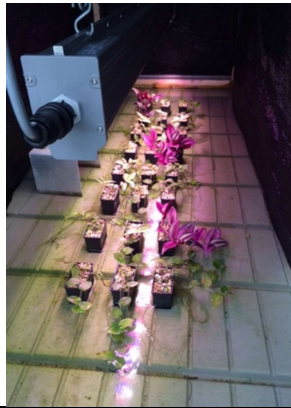




Anhang 10 Fotos

	DHLicht	KR	Pendularis	SANlight
Veruchsreihe 1 KW16				
Veruchsreihe 1 KW 19				
				
Veruchsreihe 2 KW 22				

Versuchsreihe 2 KW 25



Mikroskopische Aufnahme von Blättern der DHLicht aus der VR 2

- Kugeliges, hefeartiges Pilzstadium
- Mycel in der Pflanze, Fruchtkörper ausserhalb der Pflanze
- Keine Septierung & keine spezifische Form = Art kann nicht bestimmt werden
- Für Artbestimmung wäre eine Genanalyse notwendig

Anhang 11 Datenblatt PendularisLEDLeuchte

TECHNISCHES DATENBLATT PENDULARISLEDLEUCHTE*



ELEKTRISCHE EIGENSCHAFTEN

Spannung: 12 V
Leistung: 24 W

LAMPEN EIGENSCHAFTEN

Höhe / Breite: 15 mm
Länge: 1'000 mm
Lebensdauer: 50'000 h
Dimmfunktion: Optional

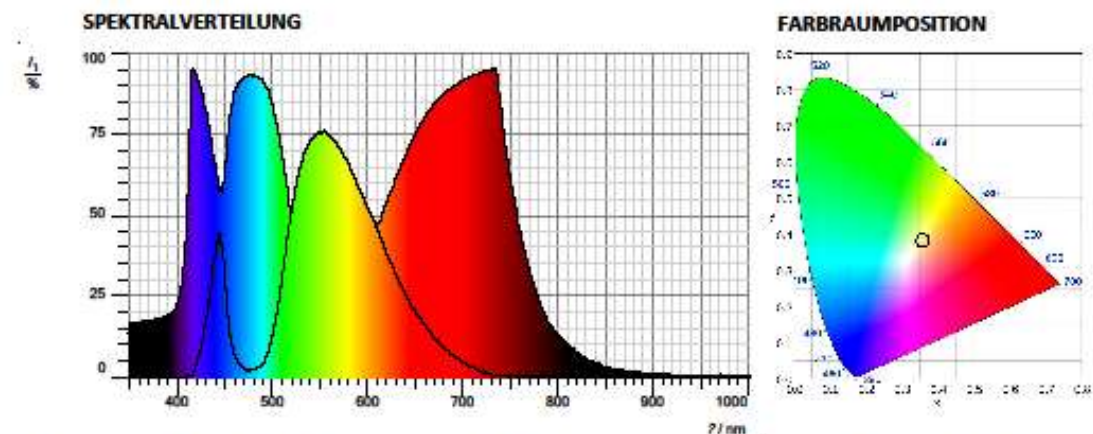
NUTZUNG

Optimale Beleuchtungsdauer: 12 pro Tag
Optimaler Abstand zur Pflanze: 200–300 mm

LICHT EIGENSCHAFTEN

Beleuchtungsstärke*: 2'470 lx
Lichtstrom: 100 lm pro Diode
Anzahl Dioden: 10
Farbtemperatur: 4'100 K (Neutralweiss)
Farbwiedergabe-Index: 70
Abstrahlwinkel: 30°
PPFD* Mittelwert: 37 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$
PPFD* Minimum: 22 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$
PPFD* Maximum: 44 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$

* bei einem Abstand von 300 mm



*z. H. der Pendularis AG, erstellt von Lehmann, K. (2017) im Rahmen der BA Potenzial der eigens für Pendularis® entwickelten LED-Pflanzenleuchte (ZHAW LSPM)